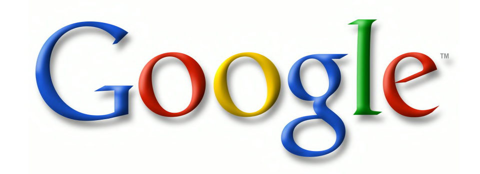




VERHANDLUNGEN

DER

GESELLSCHAFT DEUTSCHER NATURFORSCHER UND ÄRZTE.

63. VERSAMMLUNG ZU BREMEN

15—20. SEPTEMBER 1890.

HERAUSGEGEBEN IM AUFTRAGE DES VORSTANDES

VON

DEM GENERALSEKRETÄR

Dr. OSCAR LASSAR.

ERSTER THEIL.

Die allgemeinen Sitzungen.



LEIPZIG,

VERLAG VON F. C. W. VOGEL.

1890.

INHALT.

Protokolle.

Vorträge in den allgemeinen Sitzungen.

PROTOKOLLE.

63. Versammlung der Gesellschaft deutscher Naturforscher und Aerzte in Bremen 1890.

I. Allgemeine Sitzung.

Montag, den 15. September 9 Uhr Vormittags.

Vorsitzender: Herr A. W. v. Hofmann. Der Vorsitzende eröffnete die 63. Versammlung der Gesellschaft deutscher Naturforscher und Aerzte mit folgender Ansprache:

Hochverehrte Versammlung!

Gestatten Sie mir, die von nah und fern zur Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte Eingetroffenen auf das herzlichste zu begrüssen!

Die 63. Versammlung der Gesellschaft deutscher Naturforscher und Aerzte beginnt ihre Arbeit unter Bedingungen, welche von den für ihre Vorgängerinnen maassgebenden wesentlich abweichen. Die Genossenschaft ist bisher in freien Wanderversammlungen zusammengetreten; mit der Festsetzung des nächstjährigen Versammlungsortes, mit der Wahl der Geschäftsführer an demselben war die Lebensthätigkeit der Vereinigung zu einem zeitweiligen Abschlusse gelangt. Es trat eine Art Winterschlaf ein, aus dem sie erst nach Jahresfrist erwachte. Einer solchen nur periodisch für kurze Frist versammelten Gesellschaft von stets wechselnder Zusammensetzung musste begreiflich die Fähigkeit des Besitzerwerbes abgehen, auch war jede Möglichkeit benommen, auf den Fortschritt der Wissenschaft einen andern Einfluss auszuüben, als denjenigen, welchen der sich alljährlich wiederholende persönliche Verkehr der Naturforscher und Aerzte vermittelte.

Wiederholt hat sich im Laufe der Zeit das Verlangen kundgegeben, die Gesellschaft mit einer festen Gliederung auszustatten, derjenigen ähnlich, welche die später entstandenen Schwestergesellschaften in England und in Frankreich zweckentsprechend gefunden haben. Diesem Verlangen gegenüber ist aber stets die Ansicht geltend gemacht worden, dass es gerade die Ungebundenheit, die freie Beweglichkeit gewesen sei, welche den deutschen Naturforscherversammlungen eine so grosse Anziehungskraft geliehen, ja ganz eigentlich die gedeihliche Entwickelung

der Gesellschaft bedingt habe. Allein auch bei den die Umgestaltung Anstrebenden hat der Eifer nicht nachgelassen, und es ist zumal Rudolf Virchow mit der ganzen Wucht seiner Persönlichkeit für dieselbe eingetreten. Am Schlusse der Berliner Versammlung im Jahre 1886 wurde eine Commission für die Berathung der Frage gewählt. Die Ergebnisse dieser Berathung kamen auf den Versammlungen zu Wiesbaden und Köln (1887 und 1888) zu lebhafter Erörterung. Auf der letztjährigen Versammlung zu Heidelberg wurde die Umgestaltung, nachdem sich zuletzt noch kein Geringerer als Hermann von Helmholtz für dieselbe ausgesprochen hatte, allerdings mit nicht eben grosser Majorität beschlossen. In Heidelberg wurde auch im Sinne der dort angenommenen Statuten ein permanenter Vorstand für die umgebildete Gesellschaft gewählt, und man hat mir die hohe Ehre erwiesen, mich mit dem Vorsitze desselben zu betrauen. Die Wahl zu diesem Ehrenamt ist in meiner Abwesenheit erfolgt, sonst würde ich mich bemüht haben, dies Amt in würdigere Hände gelangen zu lassen.

Wie die Dinge liegen, muss ich die hochansehnliche Versammlung bitten, meiner Amtsführung die ihr so nothwendige Nachsicht nicht versagen zu wollen. Glücklicherweise fand ich mich bei meinen Bemühungen, die mir anvertrauten Aufgaben zu lösen, von einem ebenso geschäftskundigen wie arbeitsfreudigen Vorstande umgeben, und wenn dieselben im Wesentlichen gelöst worden sind, wenn zumal, wie ich schon jetzt bemerken will, die Gesellschaft die Rechte einer juristischen Person bereits erlangt hat, so gehört das Verdienst, diese Frage erledigt zu haben, in erster Linie meinem verehrten Herrn Collegen Professor His an, welcher in Leipzig, dem Sitz der Gesellschaft, die Angelegenheit bei den sächsischen Behörden mit ebenso grossem Eifer wie Erfolg betrieben hat. Ueber alles, was zur endgültigen Constituirung der Gesellschaft geschehen ist und noch zu geschehen hat, wird Ihnen Herr Prof. His in einer besonderen Mittheilung berichten.

Auch dem Generalsecretär und dem Schatzmeister der Gesellschaft, den Herren Dr. Lassar und Dr. Lampe-Vischer will ich nicht unterlassen, für die ebenso umsichtige wie werkthätige Führung der Geschäfte meinen besten Dank aussprechen, insbesondere aber muss ich der opfermuthigen Hingebung und der unermüdlichen Thätigkeit gedenken, welche die Bremer Mitglieder des Vorstandes, die Herren Dr. Pletzer und Professor Buchenau, den Vorbereitungen zu unserer diesjährigen Versammlung gewidmet haben. Für den Dank welchen wir diesen Herren schulden, werden wir erst im Laufe der nächsten Tage den richtigen Maassstab gewinnen; mir bleibt für jetzt nur noch übrig, dem Wunsche Ausdruck zu geben, dass die Gesellschaft deutscher Naturforscher und Aerzte in ihrer neuen Gestalt den Aufgaben, welche sie verfolgt, in demselben, wenn nicht in höherem Maasse gerecht werden möge, wie ihr dies

in ihrer bisherigen Form gelungen ist. Möge es ihr zumal vergönnt sein, Zeuge ähnlicher Fortschritte zu werden, wie sie alle Zweige der Naturwissenschaft seit der Begründung der Gesellschaft deutscher Naturforscher und Aerzte im Anfang des dritten Decenniums unseres Jahrhunderts zu verzeichnen haben.

Darauf nimmt der erste Geschäftsführer, Herr Dr. Heinrich Pletzer (Bremen), das Wort zur Begrüssung:

Hochverehrter Herr Präsident!
Hochansehnliche Versammlung!

Wenn ich einer Sitte der Weltweisen des alten Griechenlands folgend den Räumen, in denen wir uns versammelt haben und wieder finden werden, Tags zu ernster Arbeit und nach derselben zur Erholung, zu geselliger Freude und zu lustigem Reigen der Muse des Tanzes, welche ursprünglicher Bestimmung gemäss von den harmonischen Klängen klassischer Musik wiederhallen, jetzt aber zu einer Stätte der Wissenschaft erhoben werden sollen, eine Bezeichnung zu geben hätte, dann würde ich über den Eingang dieses Sitzungssaales die Worte setzen: „Den Naturwissenschaften und der Heilkunde geweiht" und „Tretet ein und vernehmt, was der beredte Mund der Jünger der Wissenschaft verkündet".

Wenn dann nach wenigen Tagen die Thore hinter uns sich wieder geschlossen haben, die Reden verhallt sind, das gesprochene Wort aber in uns fortlebt und uns Alle zu neuem Streben und Forschen begeistert, dann würde ich die Schutzpatronin unserer Stadt, die Brema, reden und den Scheidenden sagen lassen: „Habt Alle Dank für die ausgestreute Saat, sie ist nicht auf unfruchtbaren Boden gefallen, sie wird aufkeimen und Früchte tragen unter uns. Meine Söhne opfern nicht ausschliesslich und allein dem Mercur, sie errichten auch innerhalb der Mauern meiner Stadt der Minerva Altäre."

Wohl darf ich fragen, wie eine Handelsstadt es wagen darf, mitgezählt werden zu wollen in der Reihe der Städte, Residenzen und vornehmlich der Universitäten, welchen letzteren wiederholt schon das ausschliessliche Vorrecht, die Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte bei sich tagen zu sehen, hat eingeräumt werden sollen? Dass ihr die Berechtigung zustand, sich um die Ehre Ihres Besuches, meine hochverehrten Herren, zu bewerben, das hat die Wahl in Heidelberg bewiesen, als unter drei Bewerberinnen um diese hohe Ehre unserer Stadt mit überwiegender Stimmenmehrheit die Palme des Sieges gereicht wurde. Waren und sind auch jetzt noch allerdings, und wie nicht anders möglich, die Interessen unserer Vaterstadt vorwiegend dem Handel und der Schifffahrt zugewendet, so hat sich doch naturgemäss mit den Fortschritten auf allen Gebieten der Naturwissenschaft, in dem Verhältniss beider, sowie der Kunst, der Industrie, der Gewerbe, des

Ackerbaues zu den Wissenschaften ein grosser Wandel vollzogen! Alle, der Handel und die Schifffahrt, die Kunst, die Industrie und das Gewerbe wie der Ackerbau stehen in inniger Wechselbeziehung zu einander und Alle umschlingt als ein einendes Band — die Naturwissenschaft! Wie kann denn heute noch der Handel der Chemie, wie können Schifffahrt, Kunst, Industrie und Gewerbe noch der physikalischen Wissenschaften entrathen? Die einschneidendste Revolution auf allen Gebieten des Lebens im grossen Weltgetriebe, aber die segensreichste zugleich, ist von den Naturwissenschaften ausgegangen!

Das prophetische Wort des ersten Geschäftsführers der Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte in Bremen im Jahre 1844, unseres unvergesslichen Bürgermeisters Smidt:

> „scheint es doch, als ob unser Jahrhundert dazu ausersehen sei, den Naturwissenschaften ihr goldenes Zeitalter tagen zu lassen"

hat sich glänzend erfüllt.

Als das entscheidende Wort in Heidelberg gesprochen und Bremen zum Versammlungsorte der Gesellschaft für dieses Jahr gewählt wurde, regte sich mächtig in unserer Brust die Freude über die unserer Stadt zugedachte Ehre, als dann aber meinem verehrten Freunde, Herrn Prof. Buchenau, und mir die Würde und mit dieser die Bürde des Amtes der Geschäftsführer durch Ihre Wahl übertragen wurde, da zog bange Sorge in unser Herz! Für unsere Vaterstadt erinnerten wir uns eines alten auch auf der Versammlung des Jahres 1844 vom ersten Geschäftsführer gesprochenen Wortes:

> „Bremen wes bedächtig,
> Lat nich mehr in, as du bist mächtig"

und uns verlieh bei unsern Bedenken und Sorgen das Dichterwort „der gute Wille gilt so viel wie die That" einen beruhigenden Trost. Wir danken herzlich für die Ehre, welche Sie uns durch Ihre Wahl erwiesen, wir haben Ihrem Rufe folgen zu müssen geglaubt, wir erkennen voll und ganz die Schwere der Aufgaben, welche Sie uns gestellt, wir hoffen aber sie zu lösen in dem Vertrauen auf Ihre Nachsicht, in der Zuversicht auf Ihre Hülfe!

So erfülle ich denn die erste unserer Pflichten, wenn ich Sie in den Mauern unserer Stadt herzlich willkommen heisse und Ihnen die Versicherung gebe, dass Sie von uns Allen, von allen Bewohnern Bremens, mit aufrichtiger Freude und offenem Herzen empfangen und aufgenommen werden!

Es gereicht uns zu ganz besonderer Ehre und Freude, unsern tiefgefühlten Dank dem hohen Senate Bremens Ausdruck geben zu dürfen für die gleich nach der Wahl den Herrn Geschäftsführern der Versammlung in Heidelberg bekundete Befriedigung über die Wahl unserer Stadt,

für die uns in jeder Beziehung bei unseren Vorbereitungen für die Versammlung erwiesene Gunst und nicht minder für das unsern Gästen zugedachte Fest in der Börse.

Schon nach Heidelberg war brieflich seitens des Comités der Nordwestdeutschen Gewerbe- und Industrieausstellung die Ermächtigung zu der Erklärung gelangt, dass alle Räume, vor Allem der grosse Saal des Parkhauses, der Versammlung zur Verfügung gestellt, und freier Eintritt in die Ausstellung, einschliesslich der Kunstausstellung, an zwei Tagen gewährt werden solle. Wie für diese Gunstbezeugung des Comités der Ausstellung, sind wir nicht minder dankbar dem Vorstande des Künstlervereins für die Ueberweisung des grossen Concertsaales für die allgemeinen Sitzungen und der anderen Räume für die Bureaus und geselligen Zwecke, der Handelskammer für die Gestattung unserer vorbereitenden Versammlung im Schütting, der Direction des Kunstvereins für die Ueberweisung einiger Räume in der Kunsthalle zur Ausstellung von physikalischen und Präcisionsinstrumenten, den Gesellschaften Museum und Union für die Erklärung, dass allen Theilnehmern an der Versammlung freier Zutritt in ihre Locale gewährt sei, und Allen, welche uns mit Rath und That zur Seite standen und freudig theilnahmen an unserer Arbeit, sind wir zu dem aufrichtigsten Danke verpflichtet.

Eines können wir Ihnen, hochverehrte Herren, nicht bieten, weil es uns selbst versagt ist. Wir sind wegen der Lage unserer Stadt in der nordwestdeutschen Tiefebene nicht so glücklich, wie die Bewohner Heidelbergs und vieler anderer Städte, Sie nach Schluss der Versammlung in eine reizvolle Umgebung führen zu können! Als Ersatz aber, und für viele unserer verehrten Gäste jedenfalls von hohem Interesse, haben wir das Meer in unserer Nähe. Eine eintägige Fahrt nach Bremerhaven und in See bis zu dem Leuchtthurme auf dem rothen Sande, oder eine zweitägige nach Norderney mit seiner grossen Kinderheilstätte steht je nach Wahl zu Ihrer Verfügung, dank dem bereitwilligen Entgegenkommen des Norddeutschen Lloyd.

Was kaum jemals in einer anderen deutschen Stadt möglich gewesen, die Vereinigung nahezu aller den Sitzungen und den Geselligkeiten dienenden Räume in wenigen nebeneinander liegenden Gebäuden, das wird Ihnen Bremen bieten, sicher zu allseitiger Befriedigung.

Wem es vom gütigen Geschick vergönnt worden, wie mir, der Versammlung des Jahres 1844, damals noch ganz frei von den Sorgen des Berufes in jugendlicher Begeisterung für Vaterstadt und Wissenschaft, jetzt mit gereiftem Blicke des im Dienste ergrauten Mannes der diesjährigen Versammlung beiwohnen zu können und unter der Ehre Ihre Verhandlungen leiten zu dürfen, der kann Zeugniss ablegen von dem Wandel, welcher sich bei uns in unserer Stadt, im Leben und Streben ihrer Bewohner wie nicht minder im Aeusseren vollzogen hat. Und

wenn sich dieser Wandel allerdings vorwiegend auf den Gebieten des Handels und der Schifffahrt und weniger auffällig sofort auf den ersten Blick dem fremden Beobachter sichtbar in dem wissenschaftlichen Leben kundgiebt, so liegen die greifbaren Gründe in der ehrenvollen Stellung, welche unsere Stadt, die zweitgrösste Seehandelsstadt Deutschlands, im neuerstandenen Reiche einnimmt und mit Ehren behauptet! Aber es wird Ihrer Beobachtung doch nicht entgehen, dass auch Wissenschaft und Kunst zu gebührender Ehre bei uns gelangen. Den Beweis für das Erstere, die uns zunächst berührenden Interessen der Handelsstadt, finden Sie in den grossartigen Anlagen für Handel und Schifffahrt, namentlich der Hafenanlagen, den Arbeiten für die Correction der Weser, für das Zweite, die ideale Seite, in den wissenschaftlichen Vereinen und allen den humanen und sanitären Zwecken dienenden Instituten. Ich erwähne neben den ärztlichen Vereinen und der geographischen Gesellschaft des weit über die engen Grenzen unseres kleinen Staates bekannt gewordenen und eine geachtete Stellung unter allen den gleichen Zwecken dienenden Vereinen einnehmenden naturwissenschaftlichen Vereins, dessen eigentliche Begründer in der Mehrzahl noch unter uns leben, der im November des vorigen Jahres sein 25jähriges Bestehen feierte, der als das Symbol seines Strebens das alte Wort Goethe's „Natur wo fass' ich Dich“ auf seine Fahne geschrieben und diese hochhielt zur eigenen Ehr, Vielen zu Nutz und Frommen. Ich nenne zu fernerem vollgültigen Beweise unsere Krankenhäuser, das neue chirurgische Krankenhaus, das wahrhaft mustergültige Siechenhaus, das Asyl für Wöchnerinnen, das Reconvalescentenhaus Adelenstift, die öffentliche Badeanstalt, die naturhistorischen und ethnographischen Sammlungen, das chemische Laboratorium, die allerdings im Wesentlichen von Preussen ins Leben gerufene Moorversuchsstation, die Wasserleitungsanlagen, den Schlachthof, unsere Strafanstalten und darf mit Fug und Recht an diese Aufzählung die Bitte knüpfen, alle genannten Institute eines prüfenden Blickes zu würdigen.

Nicht Ruhmredigkeit ist es, wenn ich erwähne, dass eine grosse Zahl der den sanitären und humanen Zwecken dienenden Institute der Privatwohlthätigkeit, der werkthätigen Liebe unserer Mitbürger ihre Entstehung verdankt und dass namentlich Bremer Bürger durch Stiftungen und Schenkungen es ermöglicht haben, dass auch idealer Schmuck in künstlerischer Beziehung unsrer Stadt nicht fehlt.

Freilich hat es eine Zeit gegeben, in welcher Bremen dank einigen bedeutenden Gelehrten und Forschern in wissenschaftlicher Beziehung sich eines grösseren Glanzes rühmen durfte, als die Jetztzeit ihn besitzt. Eine eigentliche Geschichte der wissenschaftlichen Medicin in Bremen beginnt mit dem Jahre 1511, als der Arzt Johannes Sybrecht zum Physikus mit einem Gehalte von 20 rh. Gulden ernannt wurde. Später

wurden mehrere Physici gewählt und im Jahre 1690 traten fünf zu einem Collegium zusammen, aus welchen das jetzige Medicinalcollegium, der Gesundheitsrath, hervorgegangen. Im Jahre 1584 wurde das Gymnasium illustre begründet, eine akademische Anstalt, welche einen für die ersten Semester ausreichenden Universitätsunterricht bieten sollte. An diesem wirkten neben den Vertretern der andern Facultäten auch eine Anzahl tüchtiger Mediciner. Der erste namhafte Naturforscher in Bremen war kein promovirter Arzt, sondern ein einfacher Geschäftsmann aus dem Handwerkerstande, der Färber Nicolaus Kulenkamp, geboren zu Bremen im Jahre 1710. Er erfand das Bremer Grün und gewann dreimal Ehrenpreise für seine der Göttinger Societät der Wissenschaften eingereichten Abhandlungen über Fragen der Färbertechnik. Lavater, der ihn im Jahre 1786 kennen lernte, nannte ihn „die personificirte gesunde Vernunft.“

Das Interesse, welches sich vielleicht geweckt durch das Beispiel Kulenkamp's, dann aber auch wesentlich durch die ganze Richtung der damaligen Zeit für die Naturforschung zu regen begann, gab den Anstoss zu der Gründung der physikalischen Gesellschaft im Jahre 1776, welche 1783 den Namen Museumsgesellschaft annahm. Die Mitglieder hielten regelmässige Vorträge, zu welchen alle Gebildeten Zutritt hatten. Der eigentliche Gründer dieser Gesellschaft war ein Arzt Dr. Wienholt, welcher von Lavater für den thierischen Magnetismus gewonnen war und einen Theil seiner Collegen für denselben zu interessiren wusste. Man darf Wienholt als einen der ersten wissenschaftlichen Beobachter des Hypnotismus bezeichnen. Als charakteristisch für den Geist der damaligen Zeit darf ich wohl erwähnen, dass zwei Bremer Rathsherren, der Bürgermeister Dr. Christian Abraham Heineken und der Kaufmann Senator Gildemeister, sich eigenhändig mit der Vermessung des Gebietes ihrer Vaterstadt beschäftigten und als Ergebniss ihrer Arbeiten 1798 eine ausgezeichnete Karte herausgaben.

Gerade um die Wende des Jahrhunderts, als Bremen zur Zeit der französischen Kriege und des wenige Jahre dauernden französischen Regiments in seinem Wohlstande geschmälert, im grossen Verkehr des Handels und der Schifffahrt gelähmt war, gerade um diese Zeit des anscheinenden Verfalls, leuchtete, im grellen Gegensatze zu derselben, eine Blüthe hohen wissenschaftlichen Lebens und Strebens über unserer Stadt. Es war die Zeit, als Wilhelm Olbers, der Astronom, und Gottfried Reinhold Treviranus, der Biologe, in Bremen lebten und forschten, als sich ihnen die Botaniker Ludolf Treviranus, später Professor der Botanik in Bonn, Michael Rohde und Franz Carl Mertens, der Physiker Heineken und neben mehreren anderen namhaften Aerzten Johann Abraham Albers anschlossen, als der Philosoph Herbart Jahre lang in dem Hause des ihm eng befreundeten

Bürgermeister Smidt lebte, als Friedrich Wilhelm Bessel schon als Lehrling in einem kaufmännischen Geschäfte seine unsterblichen Untersuchungen begann, als das nahe Vegesack in Albrecht Wilhelm Roth einen hervorragenden Botaniker besass und als in dem nahen hannoverschen Orte Lilienthal astronomische Fernrohre hergestellt, von Schröter eine Sternwarte errichtet und eine astronomische Gesellschaft gegründet wurden. Die Museumsgesellschaft liess sich damals schon eine der ersten grösseren Gasbeleuchtungen einrichten und die Weser wurde als einer der ersten deutschen Ströme regelmässig von Dampfschiffen befahren. Ja, so fest begründet schien damals der wissenschaftliche Ruf unserer Stadt, dass nach ihrer Einverleibung in das französische Kaiserreich sofort an die Herbeiführung einer dauernden geistigen Blüthe durch die Erhebung des Gymnasium illustre zu einer Universität gedacht wurde. Ueber diesen Plan wurde mit keinem Geringeren, als dem grossen Zoologen Cuvier verhandelt, — seine Ausführung unterblieb durch den jähen Zusammenbruch der napoleonischen Herrschaft. Wenn Bremen blieb, was es gewesen, eine Handelsstadt, so lag der Grund darin, dass es nach Abschüttelung des fremden Joches allmählich wieder aufblühte und durch die gewohnte, seinen Söhnen eigene zähe Energie einer neuen gesegneten Zeit entgegenging und mit Zuversicht in seine Zukunft blicken konnte. Jetzt leben in allen Welttheilen, in allen Handels- und Hafenplätzen der Erde die Söhne unserer Stadt und vermitteln die grossartigen Geschäfte mit den Firmen der Vaterstadt und die Schiffe des Norddeutschen Lloyd fahren nach allen Plätzen der Erde.

Wenn ich in dem Rückblicke auf Bremens wissenschaftliche Vergangenheit auf zwei bedeutende Forscher hinwies, so gedachte ich zweier Männer, von denen der Eine, Wilhelm Olbers, im Jahre 1840 entschlafen, der Andere, Gottfr. Reinhold Treviranus, nach einem stillen ruhigen, in Zurückgezogenheit verbrachten Leben 1837 das Zeitliche segnete. Am 23. September 1844 wurde in unseren Wallanlagen von Professor Mädler aus Dorpat der Platz geweiht, auf welchem jetzt das Denkmal Olbers' steht.

Die Stellung, welche Olbers in der Astronomie einnimmt, in den mir zur Verfügung stehenden wenigen Minuten einigermaassen erschöpfend schildern zu wollen, dürfte ein verfängliches Unternehmen sein. Durch seinen Beruf vorwiegend auf eine Thätigkeit in ganz anderem Gebiete, dem ärztlichen, hingewiesen, hat er gleichwohl für die Astronomie eine Bedeutung gewonnen, die es unmöglich macht, sich die Entwicklung derselben in seiner Zeit vorzustellen, wenn man seine Leistungen hinwegdenken wollte. Wenn wir fragen, was ihm die hohe Bedeutung verschafft, welche er thatsächlich besitzt, so ist es die Klarheit des Geistes, mit welcher er die gesammte Wissenschaft umfasst, die sich

in allen seinen Untersuchungen und Unternehmungen kundgiebt, welche sich ebenso sehr in der Gewandtheit zeigt, mit der er unscheinbare Hülfsmittel geschickt zum Gewinne vortrefflicher Beobachtungen macht, wie in der Sicherheit, mit der er den ihn interessirenden Aufgaben die richtigen mathematischen Gesichtspunkte abgewinnt. Und nicht zum wenigsten sind es die Eigenschaften des Charakters und des Herzens, welche sich mit denen des Geistes verbinden.

Vor Allem waren es die Kometen, deren geheimnissvolle Erscheinungen ihn anzogen. In jüngeren Jahren schon findet er den Weg zur Lösung der Aufgabe, aus mehreren naheliegenden Beobachtungen die Bahn eines Kometen um die Sonne zu berechnen, und entdeckt eine ganze Anzahl neuer Kometen. Besonders geistreich behandelt er die Frage nach der Möglichkeit, dass ein Komet mit der Erde zusammenstossen könne. Auf das Schönste bekundet er hier sein Talent, die Wissenschaft im besten Sinne zu popularisiren, er löst die schwierige Aufgabe, dem Fachmann Neues zu bieten und das höchste Interesse desselben zu erregen und zu fesseln und gleichzeitig dem Laien verständlich zu bleiben. Dann folgt die Zeit, in welcher er an der Entdeckung der Planeten betheiligt war, zwei neue, die Pallas und Vesta, entdeckte und die verlorene Ceres wieder auffand, eine Zeit, von der Bessel sagt, „dass sie die schönste der Astronomie sei. Freudige Regsamkeit häuft in schneller Folge denkwürdige Resultate aufeinander und Olbers ist der Mittelpunkt dieses fördernden Treibens."

So hat Olbers in den verschiedensten Theilen der Astronomie die Spuren seines Geistes hinterlassen. Ein wesentlicher Punkt aber würde unberücksichtigt bleiben, wollte ich nicht auch seinem Verhältnisse zu anderen Astronomen noch einige Worte widmen. Durch die namhaftesten Männer ist es bezeugt worden, wie sehr Olbers nach allen Seiten anregend gewirkt hat, wie er, seine Wissenschaft durchaus und voll beherrschend, überall die Kräfte anderer zum Nutzen derselben zu wecken und zu beleben verstand. Am bekanntesten ist sein Verhältniss zu dem um 26 Jahre jüngeren Bessel. Wohl ist es als sicher anzunehmen, dass Bessel's Genie sich auch ohne Olbers' Hülfe zur Höhe emporgeschwungen haben würde! Wer aber Olbers und seine Beziehungen zu Bessel richtig schätzen will, der darf nur den Briefwechsel beider Männer lesen und er wird aus diesem die unbegrenzte Liebe und Verehrung kennen lernen, mit welcher Bessel sein ganzes Leben hindurch an seinem älteren Freunde hing.

Wir hatten gehofft, Ihnen in der Erinnerung an diesen Heroen seiner Wissenschaft ein Werk über ihn, als Astronomen, als Arzt und Menschen als Geschenk überreichen zu können, aber der Stoff zu demselben, zu einer gerechten Würdigung, wuchs unter den Händen des Bearbeiters so sehr, dass an eine der Bedeutung des Mannes entsprechende Lösung nicht

mehr gedacht werden konnte. Um aber nicht mit leeren Händen vor Ihnen zu erscheinen, mussten wir uns zu eigener Arbeit aufraffen, und wenn nun auch die von uns gebotene Festschrift, welche Ihnen mein College, Herr Professor Buchenau, vorlegen wird, an Werth und Bedeutung einem Werke über Olbers nicht im Entferntesten gleichen kann, so wird sie doch nicht ganz ohne Interesse für Sie sein, da sie das von Bremen sich Ihnen offenbarende Bild vervollständigt.

Gottfried Reinhold Treviranus, der zweite der Ihnen genannten grossen Gelehrten, verdankt seine Bedeutung seinen mustergültigen Untersuchungen und vor Allem seiner schriftstellerischen Thätigkeit. Seine Hauptwerke sind die Biologie und die Erscheinungen und Gesetze des organischen Lebens. Er vertrat schon 1802 mit Entschiedenheit den Gedanken des einheitlichen Ursprungs der organischen Welt und beharrte fest auf dem Standpunkte der Entwickelungslehre.

Eines verdienten und ehrenden Andenkens wegen halte ich es für geboten, hier noch einiger anderer Männer zu gedenken, deren Wirken sich bis in die neuere und neueste Zeit erstreckte, des Professor Heineken und des Sohnes und Bremer Physicus Dr. Philipp Heineken, des Dr. von dem Busch, des gelehrten Vermittlers zwischen deutscher und fremdländischer medicinischer Literatur, des Dr. G. Barkhausen, dessen im Jahre 1828 veröffentlichte Schrift über das Delirium tremens eine der werthvollsten selbständigen Arbeiten aus dem Gebiete der praktischen Medicin ist, welche in Bremen erschienen sind. Dr. Gustav Woldemar Focke, zweiter Geschäftsführer der Versammlung der Naturforscher und Aerzte in Bremen im Jahre 1844, machte, angeregt durch Ehrenberg, das Studium der kleinsten Lebewesen zur Hauptaufgabe seines Lebens. Nach des Chemikers und Apothekers Kindt Tode wurde er zum Vorsitzer des naturwissenschaftlichen Vereins erwählt.

Dem Dr. Carl Anton Eduard Lorent dankt unsere Stadt in hygienischer Beziehung unendlich viel, indem er als der Erste unter uns und als ein eifriger Jünger und vielseitig gebildeter Kenner der relativ neuen Wissenschaft, der Hygiene, als langjähriges Mitglied und als Vorsitzer des Gesundheitsrathes eine segensreiche Thätigkeit entfaltete.

Vor wenigen Monaten erst schloss sich das Grab über einem Collegen, der in seltener Frische und Regsamkeit unter uns wirkte, dem ein langes Leben beschieden zu sein schien und der plötzlich auf einer Erholungsreise in Wiesbaden den Seinen und uns entrissen wurde. Dr. G. Strube, ein Schüler Graefe's, kam als der Erste derjenigen Aerzte, welche sich ein Specialfach, die Augenheilkunde, für seine ärztliche Thätigkeit gewählt und dasselbe mit Eifer, aber nicht einseitig, sondern in richtiger Erkenntniss des innigen Zusammenhanges innerer Leiden mit denen des Sehorgans pflegte, nach Bremen und gewann sich bald durch gründliche Kenntniss seines Faches, durch klaren Blick und scharfes Urtheil das

Vertrauen des Publikums und der Collegen. Sein Andenken bleibt in Ehren!

Die Namen aller dieser Männer sind neben den in der Festschrift Genannten unvergesslich in den Annalen unserer Stadt verzeichnet.

Ich komme zum Schluss und spreche die Hoffnung aus, dass sich auch auf dieser 63. Versammlung der Gesellschaft deutscher Naturforscher und Aerzte auf allen Gebieten der Naturwissenschaften und der Heilkunde Fortschritte kundgeben mögen, dass wieder zur Lösung der noch unaufgeklärten zahlreichen Probleme Bausteine herbeigetragen werden und dass sich auch hier Ausblicke in die Zukunft unserer Wissenschaften eröffnen mögen, wie solche in Heidelberg neben vielen anderen durch die Vorträge über die chemischen Probleme der Gegenwart und über die Beziehungen zwischen Licht und Elektricität von beredtem Munde in Aussicht gestellt wurden. Unsere Zeit verlangt Licht, Aufklärung und Fortschritt, und alle kann uns die Naturwissenschaft bringen!

Aber was wir auch in unserem Zeitalter des Dampfes und der Elektricität erleben und erkennen mögen, wie weit auch unsere Erkenntniss fortschreiten mag, immer wird dem denkenden Geiste und dem sterblichen Auge Vieles dunkel bleiben, immer werden wir vor ungelösten Problemen Halt machen müssen, immer noch werden wir uns mit stummer Resignation des unvergesslichen, neuerdings bemängelten Ignorabimus erinnern müssen und ewig wahr bleibt Goethe's Wort:

„Geheimnissvoll am lichten Tag
Lässt sich Natur des Schleiers nicht berauben,
Und was sie Dir nicht offenbaren mag,
Das zwingst Du ihr nicht ab mit Hebeln und mit Schrauben".

Bevor wir in die eigentlichen Verhandlungen eintreten, bleibt uns die Erfüllung der hohen Pflicht, unserm Kaiser zu huldigen. Ich bin der Zustimmung von Ihnen allen sicher, wenn ich Sie auffordere aus vollen Herzen einzustimmen in den Ruf:

Se. Majestät unser Kaiser Wilhelm II. lebe Hoch, Hoch, Hoch!

Gestatten Sie, dass ich Ihnen durch meinen Herrn Collegen den Wortlaut zu einem telegraphischen Gruss an Se. Majestät den Kaiser vortragen lasse und um die Billigung desselben freundlichst ersuche.

Das Telegramm lautet:

„Die in Bremen versammelten deutschen Naturforscher und Aerzte senden bei der Eröffnung ihrer 63. Versammlung Ew. kaiserlichen Majestät, dem erhabenen Wächter des Friedens, dem Schützer der Wissenschaft ihre ehrfurchtsvollen Grüsse. Möge der nach allen hohen Zielen strebende Idealismus Ew. Majestät auf allen Lebenswegen, wie jetzt auf den sonnigen Höhen der Jugend, so auch in aller Zukunft erhalten bleiben zum Segen unseres theuren Vaterlandes. Die Geschäftsführer: Dr. H. Pletzer, Prof. Buchenau."

Sodann erhob sich als der Vertreter Eines Hohen Senats der Herr Bürgermeister von Bremen Dr. Pauli und sprach:

Hochansehnliche Versammlung!

Vom Senate ist mir der ehrenvolle Auftrag geworden, Sie Namens desselben in unserer Stadt willkommen zu heissen, und es gereicht mir zur besonderen Freude, mich dieses Auftrages hierdurch zu entledigen.

Mit diesem Grusse habe ich aber auch den Ausdruck des Dankes zu verbinden, der von der gesammten Bevölkerung unseres Freistaates mitempfunden werden wird, dafür, dass schon zum zweiten Male sich Ihre Schritte hierher lenken.

Zwar können wir diesen hoch erfreulichen Entschluss nicht wohl dem Umstande zuschreiben, dass es Ihnen das erste Mal bei uns so gut gefallen habe, — denn ich fürchte fast, dass mein verehrter Vorredner, der erste Herr Geschäftsführer, kaum in der Lage sein werde, unter den Gästen einen Collegen zu begrüssen, der gleich ihm der Versammlung von 1844 beigewohnt hat.

Wir werden vielmehr annehmen müssen, dass Sie nur auf Hoffnung, nicht auf Erfahrung gebaut haben. Ich gebe mich dem lebhaften Wunsche hin, dass diese Hoffnung, dieses Vertrauen nicht getäuscht werde.

Bremen wird, was an ihm liegt, thun, um dasselbe zu rechtfertigen.

Es ist vorhin viel zum Lobe unserer guten Stadt gesagt worden und ich will mich hüten, Wasser in den Wein dieses Ruhmeskelches zu schütten. Sie werden aus der ihnen gegebenen kleinen Chronik entnommen haben, dass in den ersten Jahrzehnten unseres Jahrhunderts hier eine Reihe eigenartiger und hervorragender Persönlichkeiten auf dem Gebiete der von Ihnen vertretenen Wissenszweige wirkten, und zwar in einer Anzahl, die um so bemerkenswerther ist, als die Zahl unserer Bevölkerung noch eine bescheidene und das Gemeinwesen durch die französische Zeit arg mitgenommen war. Dem demokratischen Zuge unserer Zeit, an dem in gewissem Maasse auch das Geistesleben theilnimmt, entspricht es, dass an die Stelle der mehr oder minder vereinsamten Geistesarbeit einzelner Koryphäen ein Zusammenwirken und -schaffen ungleich viel zahlreicherer tüchtiger Männer Ihres Berufes für die Zwecke des öffentlichen Wohles getreten ist. Und daneben hat, als eine fernere Signatur unserer Zeit, der Staat sich der Förderung der Gesundheit sammt Allem, was damit zusammenhängt, wie überall so auch bei uns, in einer Weise angenommen, von der frühere Geschlechter keine Ahnung hatten.

Eine natürliche Folge dieser Erscheinungen ist es, dass unsere Bevölkerung sowohl wie unsere Behörden und in erster Linie der Senat, in dessen Namen ich zu Ihnen spreche, Ihren Berathungen und deren Ergebnissen ein weit unmittelbareres Interesse entgegenbringen. Denn mehr

als früher sind dieselben durchdrungen von der Empfindung, dass es ihre Angelegenheiten sind, die hier zur Sprache kommen, dass es sich bei diesen Berathungen zu einem guten Theile um Dinge handele, die das Wohl der Gesammtheit und die Aufgaben des Staates nahe berühren.

So möge denn, das ist mein lebhafter Wunsch, diese 63. Versammlung gleich ihren Vorgängerinnen wiederum beitragen zur Verwirklichung der hohen Ziele, die diese altehrwürdige Vereinigung sich gestellt hat.

Damit heisse ich Sie nochmals herzlich willkommen.

Vom Bureau aus antwortete Herr Prof. A. W. v. Hofmann-Berlin.

Hochverehrter Herr Bürgermeister! (Gegen Herrn Dr. H. Pletzer:) Mein lieber Herr College! Der Eindruck, den Ihre Begrüssungsreden gemacht haben, ist Ihnen von der Versammlung mit Mund und Hand in einer Sprache ausgedrückt worden, die keines Commentars bedarf. Wir haben Ihnen ein Loblied ohne Worte gesungen, das Sie hoffentlich mit derselben Freude vernahmen, mit der wir es angestimmt haben. Es ist schwer, diesem freudigen Zurufe noch ein Wort des Dankes hinzuzufügen. Herr Bürgermeister, Herr Dr. Pletzer, Sie haben eine Versammlung von Naturforschern und Aerzten angeredet. Das Gebiet, welches die Naturforscher — ich will nicht den Namen Aerzte wiederholen, denn die Aerzte sind auch Naturforscher — bebauen, ist ein unendlich grosses, aber die Wege, die in dieses Gebiet hineinführen, sind schmal und steil und nicht immer leicht zu wandeln. Auch würden Viele, die diese Wege eingeschlagen haben, sich versucht fühlen, zurückzukehren, Andere würden diese Wege vielleicht gar nicht betreten haben, wenn ihnen nicht in der Ferne die Leuchte der Wahrheit entgegenstrahlte. Aber wenn den in das Gebiet der Naturforschung Eintretenden an der Pforte so freundliche Worte entgegengerufen werden, wie wir sie aus dem Munde der Herren Vorredner gehört haben, wenn ihnen, ich möchte fast sagen, Blumen auf die Schwelle ihres Pfades gestreut werden, so gehen sie mit Lust und Liebe an die Arbeit. Und wenn diese Arbeit Früchte bringt, so ist nicht der geringste Theil des Verdienstes denjenigen zuzuschreiben, die sie in so freundlicher Weise zur Arbeit ermuntert haben. Ich möchte aber noch von anderer Seite den Herren Dank aussprechen, nämlich von Seiten derjenigen, die heute in dieser Versammlung Vorträge zu halten haben. Jeder Mensch ist mit einer gewissen Dosis „natürlicher — wie soll ich es nennen — Schüchternheit“ ausgestattet — es giebt allerdings auch Ausnahmen (Heiterkeit) — und diese Schüchternheit kommt selbst einem alten Professor nicht vollständig abhanden, zumal wenn er in einen so prächtigen Saal tritt und wenn er vor einer so grossen Versammlung spricht, an die er nicht gewöhnt ist, insbesondere aber wenn er sich (auf die oben sitzenden Damen weisend) unter einem leuchtenden Sternenhimmel befindet, an den er ebenfalls nicht gewöhnt ist. Seine Befangenheit ist dann erklärlich, und man begreift, wie glücklich er



ist, einer Versammlung gegenüber zu stehen, welche in einer guten Stimmung zum Hören ist. Und diese Stimmung, glaube ich, haben unsere Herren Vorredner, haben Sie, Herr Bürgermeister und Herr Dr. Pletzer, uns verschafft, und von dieser Stimmung, die ich in Ihren Augen lese, will ich gleich profitiren, indem ich meinen Vortrag beginne. (Bravo.)

Nunmehr hielt Herr Professor Dr. A. W. von Hofmann (Berlin) den angekündigten Vortrag: „Einige Ergebnisse der Naturforschung seit Begründung der Gesellschaft“ (s. Verhandlungen I. 2).

Der zweite Geschäftsführer Herr Professor Dr. Buchenau (Bremen) machte sodann mit Bezug auf die Gestaltung der diesjährigen Versammlung eine Reihe geschäftlicher Mittheilungen und überreichte die Festschriften mit folgenden Worten:

Hochverehrter Herr Präsident!
Meine geehrten Herren!

Es ist mir seitens der Redactions-Commission der ehrenvolle Auftrag geworden, das erste Exemplar der aus Veranlassung unserer Versammlung hergestellten Festgabe: „Die freie Hansestadt Bremen und ihre Umgebungen“ für das Archiv deutscher Naturforscher und Aerzte zu überreichen. Diese Schrift ist vom hiesigen ärztlichen, dem naturwissenschaftlichen Vereine und der geographischen Gesellschaft gemeinsam herausgegeben worden und wird jedem Theilnehmer an unserer Versammlung als Festgabe überreicht werden. Sie wurde während des abgelaufenen Jahres von den besten Kennern unserer Verhältnisse unter der Redaction des Herrn Dr. Wilh. Olbers bearbeitet. — Indem ich zugleich namens des naturwissenschaftlichen Vereins ein Exemplar der bei Gelegenheit der im September 1844 in Bremen abgehaltenen 22. Naturforscher-Versammlung vom ärztlichen Verein herausgegebenen Festschrift „Biographische Skizzen verstorbener Bremer Aerzte und Naturforscher“ für das Archiv übergebe, lenkt sich der Blick unwillkürlich auf den völlig verschiedenen Inhalt der beiden Festschriften. Damals, 1844, sonnte sich Bremen noch in dem Abendroth einer wissenschaftlichen Blütezeit, welche, wie mein verehrter Herr College Dr. Pletzer ausgeführt hat, durch die Namen Olbers und Treviranus bezeichnet, zu Anfang unseres Jahrhunderts über Bremen geleuchtet hatte. Darum drängte sich damals fast von selbst der Gedanke auf, als Festschrift die biographischen Skizzen verstorbener Bremischer Naturforscher und Aerzte zu geben. Auch wir huldigen jener schönen Zeit, indem wir die Büsten von Olbers und Treviranus hier zu den Seiten der Büste unseres erhabenen Kaisers aufgestellt haben.

Heute liegen aber die Verhältnisse ganz anders. Noch niemals in

der Geschichte hat ein einzelnes Land, geschweige denn eine einzelne Stadt längere Zeit hindurch die Führung auf einem Gebiete der Wissenschaft behalten. Ueberdies ist kein Verein, keine Behörde im Stande, bahnbrechende Forscher heranzubilden. Sie vermögen nur, die vorhandenen Kräfte zu vereinigen, ihnen die Mittel zum Studium darzubieten und sie zu reger Thätigkeit anzuspornen. Dass dies aber in den letzten 25 Jahren in Bremen geschehen ist, dass die Naturforscher unser Klima, den Boden, die Pflanzen und Thierwelt eifrig durchforscht haben, dass die Aerzte unablässig bemüht gewesen sind, den Gesundheitszustand zu heben und, in Verbindung mit unsern Behörden und Technikern, die Einrichtungen zu treffen, welche den Krankheiten vorbeugen sollen, davon wird dieses Werk Ihnen hoffentlich Zeugniss ablegen. Es wird Ihnen von eifriger Arbeit jener Stände erzählen, so wie Ihnen die grosse Ausstellung vor den Thoren unserer Stadt die Thätigkeit vorführt, welche Kaufleute und Gewerbtreibende während dieses Zeitraums im Interesse unserer Stadt und unseres theuren Vaterlandes entfaltet haben. —

Im Anschlusse hieran sei mir gestattet, noch zwei kleinere Festgaben zu überreichen. Die erste ist eine Schrift unseres Herrn Director Dr. Breusing, „Die nautischen Instrumente bis zur Erfindung des Spiegelsextanten", deren Drucklegung zwei Freunde dieser Versammlung bestritten haben; die andere ist eine vom naturwissenschaftlichen Vereine herausgegebene Schrift von mir selbst: „Zwei Abschnitte aus der Praxis des botanischen Unterrichtes". Beide Schriften werden in den betreffenden Abtheilungen, bei denen ein specielleres Interesse vorausgesetzt werden kann, zur Vertheilung gelangen; sie stehen aber ausserdem auch jedem Theilnehmer dieser hochansehnlichen Versammlung, welcher sie zu erhalten wünscht, zur Verfügung, und können bei den Schriftführern jener Abtheilungen in Empfang genommen werden.

Den nächsten Vortrag hielt Herr Oberbaudirector Franzius (Bremen) und zwar über: „Die Erscheinungen der Fluthwelle von Helgoland bis Bremen" (s. Verhandlungen I. 2).

Der Schluss der ersten allgemeinen Sitzung bildete der Vortrag des Herrn Professor Dr. C. Chun (Königsberg i. Pr.): „Die pelagische Thierwelt in grossen Tiefen" (s. Verhandlungen I. 2).

(Schluss der Sitzung nach 1 Uhr.)



II. Allgemeine Sitzung.

Mittwoch, den 17. Sept. Vormittags 9 Uhr.

Vorsitzender: Herr A. W. v. Hofmann.

Zu Beginn der Versammlung wurde durch den zweiten Geschäftsführer, Herrn Fr. Buchenau, folgendes Telegramm verlesen:

„Seine Majestät der Kaiser lässt für den telegraphischen Gruss mit daran geknüpftem Wunsch bestens danken. Im Allerhöchsten Auftrag Geheimrath von Lucanus."

Zu Revisoren der (s. Anlage) gedruckt vorliegenden Jahresabrechnung wurden gewählt die Herren: G. Wolde, Consul Smidt und Dr. H. H. Meier jr., sämmtlich zu Bremen.

Zum Geschäftsbericht erhielt das Wort der Generalsecretär der Gesellschaft Herr Dr. Lassar (Berlin):

Hochgeehrte Herren! Aufgabe des Geschäftsberichts an dieser Stelle kann nur sein, die Mitglieder der Gesellschaft mit denjenigen Vorkommnissen bekannt zu machen, welche sich seit Schluss der letzten Jahresversammlung begeben haben. Da sich ein Theil des Erwähnenswerthen auf die finanziellen Verhältnisse bezieht, ein anderer direct an die vorwiegend von unserem stellvertretenden Herrn Vorsitzenden bearbeitete Statutenfrage anknüpft, so darf ich den bezüglichen Auseinandersetzungen nicht vorgreifen, sondern mich auf wenige Bemerkungen beschränken.

Der Vorstand der Gesellschaft hat am 16. März d. J. in Berlin eine von sämmtlichen Mitgliedern besuchte Sitzung abgehalten, deren Beschlüsse und Ergebnisse der Hauptsache nach bereits in der diesmaligen Versammlung zum Ausdruck gelangt sind. Ausserdem haben sich die Herren vom Vorstand einer schriftlichen Circularbearbeitung aller vorliegenden Fragen unterzogen. Die Aktenstücke sind hier zu gefälliger Einsicht aufgelegt.

In einem Punkte vielleicht hat der Vorstand sich einer Unterlassung schuldig gemacht. Doch nur aus wohlerwogenen Gründen. In § 16 der Statuten ist die Bildung von Abtheilungsvorständen in Aussicht genommen, welche die wissenschaftliche Vorbereitung der Sectionsverhandlungen in die Hand nehmen sollten. Es wäre wohl möglich gewesen, diese in einzelnen Sectionen bereits übliche Einrichtung auch schon der Bremer Versammlung zu gute gelangen zu lassen. Aber mit Recht machte Herr Prof. Hertz-Bonn auf die Schwierigkeit namentlich des Arbitrium aufmerksam. Eine endlose Correspondenz würde vielleicht doch schliesslich nur zu Unvollständigkeit und Verstimmung geführt haben und so mussten wir uns versagen, den Herren Collegen zu Bremen die ihnen bereits in

Aussicht gestellte Mitarbeit auswärtiger Fachgelehrter zuzuwenden. Es geht hoffentlich nicht über meine Competenz hinaus, wenn ich den Herrn Präsidenten um die Erlaubniss bitte, darauf hinzuweisen, dass die Sectionen sich dieses Mal selbständig und aus eigener Wahl mit vorbereitenden Organisations-Comités von etwa 3—5 Herren ausrüsten und die Namen der letzteren dem Bureau gefälligst zur weiteren Bekanntmachung möglichst umgehend schriftlich mittheilen wollen.

Es erübrigt sodann lediglich, auf die Neugestaltung der Veröffentlichung hinzuweisen. Das Bedürfniss einer Verbesserung gipfelte hauptsächlich in 2 Punkten. Bislang mussten die Verhandlungen auf die Autoren und diese dadurch wieder ungebührlich lange auf die Veröffentlichungen warten. Ein Passus nun, betreffend die Einlieferung der druckfertigen Manuscripte vor Schluss der Versammlung, welchen die Herren Geschäftsführer im Tageblatt zur allgemeinen Kenntniss gelangen liessen, wird gewiss die besten Früchte zeitigen. Durch gewohnheitsmässige Langmuth der Redactions-Commissionen sind die Herren Vortragenden selbst zu kurz gekommen, da nur eine beschleunigte Veröffentlichung ihrer oft nur vorläufigen Mittheilungen mit der Zeit ganz unmöglich geworden war. — Diejenigen Druckerei-Anstalten ferner, welche besonders geeignet und gewillt erscheinen, um dem raschen zeitungsmässigen Bedürfniss des eigentlichen Tageblattes (wie z. B. dieses Mal in so dankenswerther Weise die Weser-Zeitung) gerecht zu werden, sind in Personal und Einrichtung nicht immer für den wissenschaftlichen Buchdruck eingerichtet. Namentlich in kleineren Städten haben die Herren Geschäftsführer oft unüberwindliche Schwierigkeiten zu bekämpfen gehabt. Ganz anders, wenn eine grosse und mit einschlägigen Arbeiten autoritativ vertraute Verlagshandlung sich zu stabiler Mitwirkung bereit findet und einarbeitet. Daher die dieses Jahr zum ersten Male in Kraft tretende Arbeitstheilung. Der mit der Verlagsbuchhandlung F. C. W. Vogel-Leipzig abgeschlossene Vertrag aber giebt uns nicht allein die Gewähr fortlaufender und präciser Drucklegung, sondern mit einem Schlage rücken die „Verhandlungen der Gesellschaft deutscher Naturforscher und Aerzte“ in ihr literarisches Rechtsverhältniss ein. Während dieselben früher nur auf antiquarischem Wege oder ganz zufällig zu haben waren, werden unsere Veröffentlichungen denjenigen anderer gelehrter Gesellschaften gleichgestellt und in Zukunft nicht mehr einen Bericht, sondern ein Organ bilden.

Durch die Bereitwilligkeit der Herren, welche in den allgemeinen Versammlungen das Wort nehmen, wird es ferner möglich sein, den Inhalt derselben in buchhändlerischer Form bald nach Schluss der Versammlung zu allgemeinster Kenntniss zu bringen. Nicht in Gestalt abgerissener Referate oder einzelner Sonderabdrücke, sondern aus einer geschlossenen Monographie wird die Gesammtheit der Nation nunmehr

erfahren, was in Naturwissenschaft und Medicin die geistige Bewegung beherrscht.

Bericht des stellvertretenden Vorsitzenden, Herrn Geheimen Medizinalrath Professor Dr. med. W. His (Leipzig):

Der erste Herr Vorsitzende hat den Wunsch ausgesprochen, dass ich über die geschäftliche Thätigkeit des Vorstandes im verflossenen Jahre Bericht erstatte. Dieser Bericht ist kurz zu erledigen:

Die nächste, durch die Heidelberger Beschlüsse dem Vorstande zugewiesene Aufgabe ging dahin, für die Gesellschaft im Königreiche Sachsen die Rechte einer juristischen Person zu erwerben. Zu dem Behufe haben wir dem kgl. Amtsgericht zu Leipzig unsere Statuten zur Prüfung vorgelegt. Es hat sich dabei gezeigt, dass, um den gesetzlichen Forderungen zu genügen, einige unserer Paragraphen einer Abänderung bedurften. Der Vorstand hat es in seiner Competenz erachtet, von sich aus die Aenderungen vorzunehmen. Meistens handelte es sich um formelle Bestimmungen, um die Art der Legitimation des Vorstandes, um die Ausfertigungsweise der Sitzungsprotokolle, um die Terminbestimmungen bei Einberufung von Sitzungen und dergleichen mehr. Auch ist überall die Beziehung auf den Landesherrn aus den Statuten gestrichen worden, da in Sachsen das Amtsgericht als solches die competente Behörde ist in allen auf die rechtlichen Verhältnisse von Corporationen bezüglichen Angelegenheiten.

Sehr umständliche Berathungen hat im Vorstand die Frage von den Publicationen der Gesellschaft veranlasst. Der Vorstand hat im Verlauf der Verhandlungen eine Aenderung der bisherigen Publicationsweise der Verhandlungen und eine Publicationsordnung beschlossen, worüber Ihnen der Herr Generalsekretär soeben Bericht erstattet hat.

Meinerseits habe ich vor Ihnen nur eine Seite der Frage zu berühren; die Frage: wer den Druck der Verhandlungen bezahlen soll? Bis dahin hatte die lokale Geschäftsführung als einzige verantwortliche Instanz stets für den Druck des Tagblattes gesorgt. Die Mittel hierzu entnahm sie, abgesehen von anderweitigen Hülfsquellen, den Beiträgen, welche die das Fest besuchenden Mitglieder und Theilnehmer entrichteten. Auch hatten diese allein das Recht auf Bezug des Tagblattes.

Dieses Verhältniss ist durch § 4 unserer neuen Statuten völlig verändert. Derselbe bestimmt, dass jedes Mitglied der Gesellschaft, gleichgiltig ob Festtheilnehmer oder nicht, das Recht auf ein Exemplar des Tagblattes hat. Es ist nun klar, dass man der lokalen Geschäftsführung nicht zumuthen darf, allen Gesellschaftsmitgliedern, auch denjenigen, von welchen sie keine Gegenleistung bekommt, die betreffenden Druckschriften der Versammlung, einschliesslich der Verhandlungen, abzugeben.

Es wäre dies eine ungerechte Belastung, und von dem Augenblick ab, wo die Gesellschaft beschliesst, ihre Verhandlungen allen Mitgliedern gratis abzugeben, muss sie auch in erster Linie für die Kosten des Druckes einstehen.

Nun bestimmt derselbe § 4 unserer Statuten den Jahresbeitrag jedes Mitgliedes auf M. 5. — Im Geschäftsjahre 1889/90 zählte die Gesellschaft rund 600 Mitglieder, die Gesammtsumme der eingezahlten Beiträge M. 3000. — Diese Summe reicht aber nicht entfernt hin, um die Kosten des Druckes der Verhandlungen einer allgemeinen besuchten Versammlung zu decken. In Heidelberg z. B. hat sich die Gesammtsumme der Druckkosten auf ca. 10000 Mark belaufen, d. h. auf mehr als das Dreifache der Jahreseinnahmen der Gesellschaft. Unser § 4 enthält somit zwei Bestimmungen, welche bei der bisherigen Mitgliederzahl mit einander nicht vereinbar sind und welche für die Gesellschaft einen Keim finanzieller Schwierigkeiten in sich bergen.

Der Vorstand musste sich demnach die Frage vorlegen, ob er Ihnen schon jetzt eine Aenderung des betreffenden § 4 vorschlagen solle. Er hielt es indessen für richtig, zum mindesten noch ein ferneres Probejahr mit den Statuten in ihrer gegenwärtigen Form vorbeigehen zu lassen. Es liesse sich dies auch finanziell verantworten: Einmal fällt keineswegs die Gesammtsumme der Druckkosten der Gesellschaft zur Last. Einen der jeweiligen Festbetheiligung entsprechenden Theil davon hat unbestrittenermaassen die lokale Geschäftsführung zu übernehmen.

Sodann ist der Gesellschaft möglich, für ein Jahr den Versuch selbständiger Uebernahme der Verhandlungen zu wagen, da ihr von Heidelberg ein sehr willkommener Ueberschuss von ca. M. 2800 ausgeliefert worden ist. Für dieses Mal können wir somit ohne Gefahr unsere Statuten unberührt lassen und in einem späteren Jahr untersuchen, in wiefern § 4 und mit ihm andere der Verbesserung bedürftige Paragraphen abzuändern sind.

Erlauben Sie mir zum Schluss noch einige allgemeine Bemerkungen:

Als im vorigen Jahre bei der zahlreich besuchten Heidelberger Versammlung die Statuten der Gesellschaft festgestellt wurden, da hat eine starke Opposition ihre Bedenken kund gegeben gegen die Aenderung der bisherigen losen Verfassung. Man hat die Befürchtung ausgesprochen, dass mit Annahme einer festeren Ordnung die Gesellschaft auch die Freiheit ihrer geistigen Bewegung einbüssen und unter der Leitung einiger Weniger eine einseitige Richtung annehmen werde. Diese Bedenken bestehen auch heute noch in weiten Kreisen, und wenn sie uns Vorstandsmitgliedern nicht vielfach mündlich ausgesprochen worden wären, so vermöchten wir sie ohne weiteres aus unserer Mitgliederliste herauszulesen. Die Zahl der Mitglieder im Laufe des Jahres 1889/90 hat ca. 600 betragen. Zu der früheren, jedes Jahr neu sich organisirenden Gesellschaft

haben sich aber alle Naturforscher und Aerzte gezählt, welche einmal an einer ihrer Versammlungen Theil genommen hatten. Das Mitgliederverzeichniss dieser alten Gesellschaft steht nirgends auf einem Blatt zusammengeschrieben, aber ich gehe nicht irre, wenn ich annehme, das die Zahl der unaufgezeichnet zur alten Gesellschaft sich zählenden Mitglieder mindestens soviel tausend Mann umfassen, als wir jetzt in der neuen Gesellschaft Hunderte zählen. Diese Tausende von zugehörigen Elementen muss aber die Gesellschaft wieder an sich zu ziehen und festzuhalten wissen. Es muss in weitesten Kreisen das Vertrauen zur Gesellschaft wieder hergestellt und die Ueberzeugung befestigt werden, dass die alte hochberühmte Gesellschaft deutscher Naturforscher und Aerzte zwar ihr Kleid gewechselt hat, dass sie auch nach bestimmten Richtungen hin leistungskräftiger geworden ist, dass sie aber nicht aufgehört hat, im alten Sinne geistig frei zu sein. Auch fernerhin soll die Gesellschaft ein Mittelpunkt sein für Alles, was deutsche Forschung heisst auf dem Gesammtgebiet der Naturforschung und der Medicin. Die Bremer Versammlung aber, als erste Vereinigung seit Annahme der neuen Statuten, hat den Beweis zu führen, dass die Gesellschaft auch im neuen Gewande im vollem Maasse bestrebt ist, ihrer hohen Aufgabe gerecht zu werden.

Der zweite Geschäftsführer Herr Fr. Buchenau bringt alsdann folgende Einladungsschreiben zur Verlesung:

Frankfurt a. M., den 15. August 1890.

Die im Jahre 1891 in hiesiger Stadt stattfindende internationale elektrotechnische Ausstellung wird voraussichtlich eine grosse Anzahl Männer aller Wissenschaften und Berufskreise aus nah und fern, darunter auch zahlreiche Mitglieder der Gesellschaft deutscher Naturforscher und Aerzte anziehen und deshalb die hiesige Stadt im nächsten Jahre als besonders geeigneten Ort für die Abhaltung der Jahresversammlung der Gesellschaft erscheinen lassen, zumal im Uebrigen die Vorbedingungen für eine solche Versammlung hierorts als vorhanden angenommen werden können und dieselbe seit dem Jahre 1867 nicht mehr in unseren Mauern getagt hat.

Der Magistrat beehrt sich daher die Gesellschaft deutscher Naturforscher und Aerzte freundlichst einzuladen, für die im Jahre 1891 abzuhaltende 64. Versammlung die Stadt Frankfurt bestimmen zu wollen.

Der Magistrat.
Purmann.

Halle a. S., den 8. September 1890.

Unter ergebenster Bezugnahme auf unsere vorjährige Einladung, in welcher wir baten, für dieses event. das nächste Jahr unsere Stadt zum Versammlungsorte zu wählen, richten an die Hochverehrliche Gesellschaft



deutscher Naturforscher und Aerzte wir hiermit nochmals die ehrerbietigste Bitte, die nächste — 64. — Versammlung geneigtest in Halle abhalten zu wollen.

Die hiesige Bürgerschaft würde die Hochansehnliche Versammlung auf das herzlichste willkommen heissen und wir würden alles aufbieten, was in unseren Kräften steht, um Wohlderselben den Aufenthalt in unserer Stadt angenehm zu gestalten.

Euer Hochwohlgeboren bitten wir zugleich, diese Einladung gütigst befürworten zu wollen, und glauben umsomehr auf deren Annahme rechnen zu dürfen, weil nach glaubwürdiger Mittheilung schon in der vorjährigen Versammlung die allgemeine Stimmung, die auch auf der Tribüne ihren Ausdruck gefunden hat, dafür gewesen ist, im Jahre 1891 nach Halle zu kommen.

Der Magistrat.		Die Stadtverordneten-Versammlung.	
Staude,	Schmidt,	Gneist,	A. Schulze,
Oberbürgermeister.	Bürgermeister.	Regierungsrath a. D. und Stadtverordneten-Vorsteher.	Baumeister und Schriftführer der Stadtverordn.-Vers.

Nach eingehender Berathung wurde dem Datum der schriftlichen Einladung entsprechend zuerst über Frankfurt a/M. abgestimmt. Bei der Abstimmung erklärten sich 75 der anwesenden Mitglieder für, jedoch 86 gegen die Annahme der von einem Hohen Magistrat der Stadt Frankfurt a/M. ergangenen Einladung. Hierauf erfolgte mit überwiegender Mehrheit die Wahl von Halle a/S. als Versammlungsort für das Jahr 1891.

Bei der Wahl der Geschäftsführer für das Jahr 1890—91 wurden zum ersten Geschäftsführer Herr Professor Dr. phil. Knoblauch und zum zweiten Geschäftsführer Herr Professor Dr. med. Hitzig, Beide zu Halle a. d. S., gewählt.[1])

Die darauf erfolgende Wahl des Vorstandes hat, nachdem der bisherige Vorsitzende Herr A. W. v. Hofmann die auf ihn entfallene Wiederwahl als Vorsitzender dankend abgelehnt, folgendes Endergebniss geliefert[2]):

Vorsitzender: Herr Geheimer Medicinalrath Professor Dr. W. His-Leipzig.
Stellvertretender Vorsitzender: Herr Geheimer Hofrath Professor Dr. G. Quincke-Heidelberg.

Mitglieder des Vorstandes die Herren:
Geheimer Medicinalrath Professor Dr. E. v. Bergmann-Berlin.
Geheimer Regierungsrath Professor Dr. A. W. v. Hofmann-Berlin.

1) Beide Herren Geschäftsführer haben die Wahl angenommen.

2) Dem Vorstand gehören ferner an die Herren Geschäftsführer des laufenden Jahres, sowie der Schatzmeister und der Generalsecretär. Letztere Beide, auf dreijährige Amtsdauer ernannt, standen dieses Mal nicht zur Wahl.

Geheimrath Professor Dr. R. Leuckart-Leipzig.
Geheimrath Professor Dr. Victor Meyer-Heidelberg.
Geheimer Regierungsrath Dr. Werner v. Siemens-Berlin.
Professor Dr. Eduard Suess-Wien.
Geheimer Medicinalrath Professor Dr. R. Virchow-Berlin.

Nach Schluss der Wahlen hielt Herr Professor Dr. Ostwald (Leipzig) seinen Vortrag: „Altes und Neues in der Chemie" (s. Verhandlungen I. 2). Dann sprach Herr Hofrath Professor Dr. Rosenthal (Erlangen) über: „Lavoisier und seine Bedeutung für die Entwickelung unserer Anschauung von den Lebensvorgängen" (s. Verhandlungen I. 2).

(Schluss der Sitzung gegen 1/2 2 Uhr Nachmittags.)

III. Allgemeine Sitzung.

Freitag, den 19. September Vormittags 9 Uhr.

Vorsitzender: Herr A. W. v. Hofmann.

Nachdem der Herr Vorsitzende den Bericht der Herren Rechnungs-Revisoren verlesen, wurde von der Gesellschaft dem Schatzmeister Herrn Dr. Lampe-Vischer (Leipzig) Decharge ertheilt und der Dank der Versammlung ausgesprochen. Der Rechnungs-Abschluss 1889/1890 ist auf S. XXX angegeben.

Hierzu hat der Herr Schatzmeister folgenden Erläuterungsbericht gegeben:

Den Grundstock zu dem Gesellschaftsvermögen bildet das Capital, welches die Geschäftsführung der 61. Versammlung in Berlin aus den Ueberschüssen ihrer Casse der unsrigen zugeführt hat.

Dasselbe wurde Ihrem Schatzmeister durch die k. Seehandlungs-Societät mit 27 956 M. 80 Pf. überwiesen.

Hierzu kamen im Laufe des Jahres die Zuweisungen der Geschäftsführung in Heidelberg mit in Sa. 6200 M. und

die Beiträge der Mitglieder pro 1890—91 bis 31. Aug. d. Js. mit 2681 M. 14 Pf. (ca. 540 Mitglieder).

Das Vermögen der Gesellschaft hat damit im verflossenen Jahre sich um 8—9000 M. vermehrt.

Unter den Ueberweisungen von Heidelberg finden Sie einen Posten von 306 M. 41 Pf., welche das dortige Ausstellungscomité Ihrer Casse überwiesen hat, um ihn dem Comité der nächsten Ausstellung zur Verfügung zu stellen. Derselbe wurde deshalb einem besonderen Fonds unterstellt.

Von der Gesellschaftscasse getrennt ist der Fonds für das in Heilbronn zu errichtende Denkmal Robert Mayer's im Betrage von 60 M. Eine photographische Wiedergabe des Modells ist im Saale ausgestellt.

Rechnungs-Abschluss 1889—1890.

Einnahme.

Datum		M.	Pf.	M.	Pf.
1890.					
Juni 20.	Ueberweisung des Gesellschaftsvermögens von der k. Seehandlungs-Societät in Berlin an die Allgemeine Deutsche Creditanstalt in Leipzig an Capital	27956	80		
	an Zinsen	244	10	28200	90
Juni 26.	Zahlung von der Heidelberger Geschäftsführung an die Allgemeine Deutsche Creditanstalt in Leipzig:				
	1. Betrag der in Heidelberg verkauften Mitgliederkarten . .	3036	88		
	2. Theilweiser Ueberschuss von der 62. Versammlung . . .	2856	71		
	3. Ueberschuss des Ausstellungs-Comité's	306	41	6200	—
Juni 30.	Gewonnene Zinsen aus dem Conto-Corrent mit der Allgem. Deutschen Creditanstalt in Leipzig			13	55
Aug. 31.	Eingezahlte Mitgliederbeiträge . .			2681	14
	M.			37095	59

Ausgabe.

Datum		M.	Pf.	M.	Pf.
1890.					
April 29.	Gerichtsgebühren für Eintragung der Gesellschaft als juristische Person			27	—
Juni 25.	Angekaufte Effecten durch die Allgemeine Deutsche Creditanstalt in Leipzig:				
	Nominalwerth M. 28000. —	28256	60		
Aug. 20.	— — Nominalwerth M. 5000. —	5022	40	33279	—
Juni 30.	Provision und Porti an die Allgem. Deutsche Creditanstalt in Leipzig			61	50
Aug. 31.	Bureauspesen: Satz und Druck der Mitgliederliste, Mitgliederkarten, Circulare, für Papier, Buchbinderarbeit und Porti			354	98
Aug. 31.	Cassenbestand	99	16		
Aug. 31.	Guthaben bei der Allgem. Deutschen Creditanstalt in Leipzig	3273	95	3373	11
	M.			37095	59

Vermögensbestand am 31. August 1890.

Cassenbestand		99.16
Guthaben bei der Allg. D. Creditanstalt	M. 3273.95	
Hiervon dem Ausstellungs-Reservefonds überwiesen	„ 306.41	2967.54
Effecten: 11 Stück $3^1/_2$% D. Reichsanleihe Nominalwerth	„ 25000.—	
4 Stück $3^1/_2$% Preuss. Consols Nominalwerth .	„ 8000.—	33000.—
		M. 36066.70

Ausstellungs-Reservefonds.

Ueberschuss des Heidelberger Ausstellungs-Comité's . . M. 306.41

Fonds für das zu errichtende Denkmal J. R. Mayer's in Heilbronn.

1. Sammlung durch † Geheimrath Becker, Heidelberg:

† Geheimrath Prof. Dr. Becker in Heidelberg	M. 20.—	
Geheimrath Prof. Dr. W. Kühne in Heidelberg	„ 20.—	
Geheimrath Prof. Dr. G. Quincke in Heidelberg	„ 20.—	M. 60.—

Ihr Schatzmeister ist gern bereit, weitere Beiträge für diesen Fonds in Empfang zu nehmen.

Die Cassenbücher und Belege befinden sich behufs Revision in den Händen des Vorstandes.

Während einer für die formalen Angelegenheiten der Gesellschaft bestimmten und ausschliesslich von den Mitgliedern besuchten Geschäftssitzung wurde u. A. ein Antrag der „Abtheilung für Mathematik und Astronomie" zur Besprechung gebracht, welcher darauf ausgeht, durch Ernennung besonderer Delegirter aus den einzelnen Sectionen eine bleibende Verbindung zwischen dem Vorstand der Gesellschaft und den Vorständen der Abtheilungen herzustellen. Statutengemäss kann über diesen Antrag erst auf der 64. Versammlung beschlossen werden, doch kam die Gesellschaft in der Ansicht überein, dass eine derartige Einrichtung gewiss mit Dank zu begrüssen sei.

Die wissenschaftlichen Vorträge wurden in nachstehender Reihenfolge gehalten:

1. Herr Hofrath Professor Dr. C. Engler-Karlsruhe: „Ueber Erdöl und Erdgas".
2. Herr Oberbergrath Professor Dr. Cl. Winkler-Freiberg i. S.: „Die Frage nach dem Wesen der chemischen Elemente".
3. Herr Dr. Otto Warburg-Hamburg-Berlin: „Die Flora des asiatischen Monsungebietes".
4. Herr Dr. Rode-Norderney: „Die Kinderheilstätte auf Norderney".

Diese Vorträge sind in den Verhandlungen I. 2. abgedruckt.

Der Herr Vorsitzende theilte ferner mit, dass sich bereits im vorigen Jahre ein Comité gebildet habe, um ein Denkmal in Heilbronn für Robert Mayer zu errichten. Desgleichen sei in Berlin ein Comité zusammengetreten, um dem berühmten Chemiker Mitscherlich, seinem Vorgänger, anlässlich der hundertsten Wiederkehr seines Geburtstages (1894) gleichfalls ein Denkmal zu stiften. Unter der Hand sind laut einem Brief des Herrn Professor Cochius bereits 12 000 Mark zu diesem Zwecke gezeichnet worden.

Geh. Rath v. Hofmann:

Verehrte Anwesende!

Wir sind am Schlusse der letzten allgemeinen Sitzung angelangt. Sie erwarten vielleicht von mir, dass ich noch kurz einen Ueberblick

über die Ergebnisse unserer Versammlung versuche. Ich kann Ihnen allerdings einige statistische Notizen geben. An unserer Versammlung haben sich 1356 Naturforscher und 557 Naturforscherinnen, im Ganzen also 1913 Personen betheiligt — wir wollen in unserer Erinnerung die Zahl 2000 festhalten.

Viel schwerer ist es, einen Ueberblick über die wissenschaftlichen Leistungen der einzelnen Sectionen zu geben. Nur selten dürfte der Vorsitzende, selbst wenn er der mannigfach gestalteten Arbeit der einzelnen Sectionen das nöthige Verständniss entgegenbrächte, hinreichend Muse gefunden haben, um die erforderlichen Erkundigungen einzuziehen. Immerhin erfährt er Dieses oder Jenes, und — es trifft sich heut glücklich, dass ich der Versammlung eine Entdeckung mittheilen kann, welche ihr eine chemische Signatur aufdrückt. Herr Prof. Curtius in Kiel hat eine neue, ganz unerwartete und mit den allerseltsamsten Eigenschaften ausgestattete Verbindung zwischen Wasserstoff und Stickstoff aufgefunden. Bis vor wenigen Jahren kannte man nur eine einzige Verbindung zwischen diesen beiden Elementen, das jedermann bekannte Ammoniak — es ist ja auch den Damen wohl befreundet, denn sie führen es in dem Riechfläschchen. Herr Curtius hatte vor einigen Jahren das Glück, eine zweite Verbindung zwischen diesen Wasserstoff- und Stickstoff-Elementen aufzufinden, welche bereits allgemeines Aufsehen erregte, die die Chemiker schon in grosse Bewegung versetzte. Nun hat er schliesslich noch eine dritte entdeckt, welche an Seltsamkeit der Eigenschaften alle bisher bekannten übertrifft und die Gemüther der Chemiker in sehr lebhafte Schwingungen versetzt.

Ich zweifle gar nicht, dass auch in den übrigen Sectionen Ergebnisse von ähnlicher Bedeutung erhalten worden sind, bin aber leider nicht in der Lage, Ihnen dieselben mitzutheilen. Indessen möchte ich darauf aufmerksam machen, dass der Vorstand es als eine ganz besondere Pflicht erachtet hat, die in den Sectionssitzungen mitgetheilten Entdeckungen in kürzester Frist zur allgemeinen Kenntniss zu bringen.

Wenn Sie also von mir einen ausgiebigen Rückblick erwartet haben, so sind Sie leider getäuscht worden. Dagegen täusche ich mich nicht wenn ich annehme, dass Sie Alle von dem lebhaften Wunsche durchdrungen sind, noch eine willkommene Pflicht zu erfüllen. Schon als ich die erste allgemeine Sitzung eröffnete, hatte ich Gelegenheit, auf den Dank hinzuweisen, den wir am Schlusse unserer Versammlung den beiden Herren Geschäftsführern zu erstatten haben würden. Die opfermuthige Hingebung, mit welcher diese Herren sich ihren Aufgaben gewidmet haben, die unermüdliche Thatkraft, mit welcher sie alle, und recht viele, Schwierigkeiten zu überwinden gewusst haben, die Begeisterung, — ich kann keinen andern Ausdruck dafür finden — mit welcher sie ganz

Bremen, Gross und Klein, Jung und Alt, Corporationen wie Individuen, für die Zwecke unserer Versammlung in Bewegung gesetzt haben, entzieht sich jeder ins Einzelne gehenden Lobrede. Ich glaube aber, obwohl wir morgen noch auf den herrlichen Schnelldampfern des edlen Norddeutschen Lloyd Gelegenheit haben werden, die Gesundheit dieser Herren zu trinken, dass wir Ihnen auch heute schon, in der letzten allgemeinen Sitzung, in welcher wir vereinigt sind, wieder und wieder unsern wärmsten Dank aussprechen sollten. (Bravo!) Ich bitte Sie, diesem Dank in einem Hoch Ausdruck zu geben; die Herren Pletzer und Buchenau, sie leben hoch! (Die Versammlung stimmt lebhaft in ein dreifaches Hoch ein.)

Prof. Buchenau:

Die freundlichen Worte unseres Herrn Vorsitzenden, und die freundliche Aufnahme, die Sie ihnen gewährt haben, erfreut mich, und, wie ich überzeugt bin, auch meinen verehrten Freund und Collegen Herrn Dr. Pletzer, auf das herzlichste, aber der Dank, den sie so gütig waren, auszusprechen, gebührt uns ja nur zu einem geringen Theile. Wir dürfen nicht vergessen, wie reiche Unterstützung wir in Bremen gefunden haben von allen Seiten. Zunächst durch den Hohen Senat unserer Stadt und die von ihm eingesetzte Schulbehörde, dann seitens der Reichsbehörden und der Eisenbahnverwaltung, ferner durch die Verwaltung des Freihafens, welche die Möglichkeit gab zu der gestrigen interessanten gemeinsamen Sitzung der physikalischen und der chemischen Section. Wir dürfen nicht vergessen, wie uns die hiesigen Vereine entgegen gekommen sind, sei es durch Herstellung der Festgabe, sei es durch Einladung an die Mitglieder der Hochansehnlichen Versammlung, und wir sind besonders, und das müssen wir aussprechen, der Direktion des Norddeutschen Lloyd für die seltene Liberalität, die sie den Zwecken der Versammlung gegenüber bewiesen hat, und ebenso dem Vorstande der grossen Nordwestdeutschen Gewerbe- und Industrieausstellung, und, dass wir es nicht vergessen, dem Festcomité in Norderney verpflichtet, sowie der Presse, welche die Angelegenheit der Versammlung von vornherein als die ihrige betrachtet hat, und den vielen Männern, die in den hiesigen Comités in hingebender Weise thätig gewesen sind. Wir und alle diese Männer fühlen uns belohnt, wenn Sie sich unter uns wohl gefühlt haben und wenn Sie der Stadt und den Tagen der Versammlung ein freundliches Andenken bewahren wollen. Aber alle unsere Vorbereitungen würden vergeblich gewesen sein, wenn nicht an der Spitze unserer Versammlung ein Mann gestanden hätte, der mit den grössten wissenschaftlichen Verdiensten das feinste Gefühl für Gerechtigkeit verbindet, der den Jahren nach ein Greis ist, doch mit dem Herzen, mit der Frische und dem Feuer eines Jünglings. Ihm haben wir herzlich

zu danken für die Leitung dieser Versammlung, und ich bitte mit mir einzustimmen in den Ruf: Unser verehrter Herr Vorsitzender, Herr Professor von Hofmann, er lebe hoch! (Die Versammlung lässt ein allgemeines dreifaches Hoch erschallen.)

(Der Schluss der Sitzung und damit der Versammlung erfolgte nach 1 Uhr.)

VORTRÄGE.

I.

Einige Ergebnisse der Naturforschung seit Begründung der Gesellschaft

von

A. W. v. Hofmann.

(Im Auszuge vorgetragen.)

Hochgeehrte Versammlung!

Bei dem heutigen Eintritt der Gesellschaft in einen neuen Lebensabschnitt, in eine Periode neuer und — wir Alle hoffen es — in erhöhtem Maasse nützlicher und erfolgreicher Thätigkeit, verlohnt es sich schon, einen Augenblick Rückschau zu halten und die Naturwissenschaften, in denen die Begründer der Gesellschaft zu Hause waren, mit den Naturwissenschaften zu vergleichen, denen wir zur Zeit gegenüber stehen.

Bei einem solchen Vergleich gelangt man zu der Ueberzeugung, dass sich keine Periode einer ähnlichen Entwickelung der menschlichen Erkenntniss rühmen kann. Um sich der Erweiterung des Gesichtskreises bewusst zu werden, in welchem Oken und seine Zeitgenossen befangen waren, ist es nicht nöthig, diese Entwickelung Schritt für Schritt zu verfolgen. Es wird genügen, wenn ich Sie im Fluge an einige der hervorragendsten Errungenschaften erinnere, welche die wichtigeren Zweige der Naturwissenschaft seit der ersten Versammlung der Gesellschaft im Jahre 1822 aufzuweisen haben.

Wer aber solche Rückschau versucht, ist selbst bei äusserster Beschränkung sehr bald an der Grenze seines Wissens und Könnens angelangt und er würde sich vergeblich bemüht haben, über dieselbe hinwegzublicken, wenn nicht befreundete Forscher auf ihm ferner liegenden Gebieten ihr kundiges Auge ihm geliehen hätten.

Ohne solche nicht dankbar genug anzuerkennende Theilnahme würde es thörichtes Beginnen gewesen sein, eine Skizze, wie sie hier vorliegt, auch nur zu wagen. Aber auch unter den verhältnissmässig günstigen Bedingungen, deren sich der Verfasser erfreut hat, konnte — er ist sich dessen klar bewusst — im besten Falle nur eine fragmentarische und einseitige Arbeit zu Stande kommen. Das Gebiet, welches sich dem Beobachter beut, ist so langgestreckt, die Mannichfaltigkeit der aus demselben hervortretenden Erscheinungen so gross, dass unter so Vielem, des Sehens Werthem, dem Einen dies, dem Anderen jenes beachtenswür-

diger erscheinen wird, und wenn ein Anderer versucht hätte, einen solchen Ueberblick zu gewinnen, so würde ohne Zweifel ein wesentlich anderes Bild entstanden sein. Ganz ohne Einfluss auf dieses Bild wird auch die Nationalität des Rückschauhaltenden nicht bleiben, denn wenn auch die Wissenschaft keine Landesgrenzen kennt, so liegt es doch in der Natur der Sache, dass ihm das Gebiet der vaterländischen Forschung am besten bekannt ist.

Aber zögern wir nicht, *medias in res* einzutreten und diese wichtigeren Zweige der Naturwissenschaft im Einzelnen zu betrachten. Beginnen wir mit der ältesten und erhabensten aller Wissenschaften, mit der Astronomie. Man wird nicht fehlgehen, wenn man die grossen Fortschritte derselben in erster Linie der ausserordentlichen Vervollkommnung der Beobachtungsapparate zuschreibt, zu welcher zumal die Umwandlung der praktischen Optik durch Fraunhofer und die constructive Thätigkeit Reichenbach's im zweiten und dritten Decennium unseres Jahrhunderts Veranlassung gegeben hatten. Bald nach der Gründung unserer Gesellschaft war der Dorpater Refractor und wenige Jahre nachher wurde das Königsberger Heliometer vollendet. Mit Hülfe der verbesserten Instrumente vermochten die Astronomen die Tiefen des Sternenhimmels auszumessen, welche des älteren Herschel's Riesenteleskop nur erst hatte zeigen können, waren sie in den Stand gesetzt, Ortsbestimmungen am Firmament mit einer Genauigkeit auszuführen, welche man bisher nicht hatte erreichen können.

Seit die Anordnung des Planetensystemes durch Copernicus festgestellt war, hatten die Astronomen kaum einer anderen Aufgabe lebhaftere Theilnahme gewidmet, als der, die Entfernung der Fixsterne zu bestimmen. Es ist bekannt, dass diese Aufgabe zuerst durch die unermüdliche Ausdauer gelöst worden ist, mit welcher Bessel sein Heliometer, Struve seinen Refractor in den Dienst dieser Forschungen gestellt haben. Die Ergebnisse ihrer Bestimmungen haben allerdings noch nicht die Schärfe, welche von späteren Beobachtern erreicht worden ist, allein die ersten sicheren Anhaltspunkte für die Beurtheilung der Dimensionen des Weltgebäudes waren gleichwohl gewonnen, und es war zumal die Methode festgestellt, nach welcher die Späterkommenden zu arbeiten vermochten.

Ein anderes Problem von hoher Bedeutung ist den Astronomen von jeher die Bestimmung der Entfernung der Sonne gewesen, ist ja doch in dieser Entfernung die Maasseinheit für das Planetensystem gegeben. Für einen Zeitraum von nahezu hundert Jahren fast ausschliesslich auf die Beobachtungen der Venusdurchgänge von 1761 und 1769 begründet, erwartete diese Grösse eine erneute und genauere Bestimmung hauptsächlich von der Wiederkehr dieser Erscheinung in den Jahren 1874 und 1882.

Die Vorbereitung zum Theil ganz neuer und eigenartiger Methoden für die Beobachtung derselben und die Ausführung der zahlreichen Expeditionen, welche von allen Culturvölkern, vielfach nach den entferntesten Gegenden des Erdballs entsendet wurden, um möglichst lange Grundlinien für die Messung der langgestreckten Dreiecke zu gewinnen, haben während der beiden letzten Decennien im Vordergrunde des astronomischen Interesses gestanden. Das Endergebniss aller dieser Beobachtungen, welches den Astronomen für das nächste Jahrhundert als Rechnungsunterlage dienen soll, hat aber bis jetzt, weil das Beobachtungsmaterial ein so umfassendes ist, noch nicht festgestellt werden können. Uebrigens darf hier nicht unerwähnt bleiben, dass die Wissenschaft heute für die Ermittelung der Sonnenentfernung nicht mehr ausschliesslich auf die Beobachtung der Venusdurchgänge beschränkt ist, insofern der Fortschritt der astronomischen Technik neuerdings gestattet hat, die Parallaxe des der Erde verhältnissmässig nahe kommenden Planeten Mars direct mit solcher Genauigkeit zu ermitteln, dass sich aus diesen Beobachtungen eine nahezu gleichwerthige Bestimmung der Sonnenparallaxe hat gewinnen lassen, verschiedener, auf gleichen und auf anderen Principien beruhender, für denselben Zweck in Anwendung gekommener Methoden nicht zu gedenken.

Es wird nicht leicht sein, im Einzelnen alle die mannichfachen Vortheile darzulegen, welche das Bestreben, die Theorie des Planetensystemes bis zu ihren äussersten Consequenzen durchzurechnen, für Geographie und Nautik erbracht hat. Bei einem wissenschaftlichen Ergebniss, man kann sagen Ereigniss, zu welchem diese Bestrebungen geführt haben, muss ich aber einen Augenblick verweilen. Diejenigen meiner Zuhörer, welche das mittlere Alter überschritten haben, erinnern sich ohne Zweifel der lebhaften Theilnahme, mit welcher der Planet Neptun bei seiner Entdeckung begrüsst worden ist. Infolge von Unregelmässigkeiten, welche man in den Bewegungen des Uranus beobachtet hatte, waren Leverrier in Paris und Adams in Cambridge fast gleichzeitig veranlasst worden, Bahn und Masse eines noch unbekannten Planeten zu berechnen, dem man die Störungen in der Bewegung des Uranus zuschreiben könnte. Am 23. September 1846 erhielt Galle, Observator der Berliner Sternwarte, einen Brief Leverrier's, in welchem ihm der französische Astronom das Ergebniss seiner Rechnungen mittheilte, und schon in der darauf folgenden Nacht entdeckte Galle den allerdings schon von Manchem geahnten, aber erst von Leverrier mit Bestimmtheit angekündigten, die Sonne in weitester Entfernung umkreisenden Planeten an der von seinem Errechner bezeichneten Stelle. Mit der Entdeckung des Neptun hatte die Wissenschaft einen Triumph gefeiert, wie er ihr seit langer Zeit nicht beschieden gewesen war. Auch die schon ein Jahr früher von Hencke gemachte Entdeckung der Asträa muss als ein epochemachendes Ereigniss ver-

zeichnet werden; mit der Auffindung derselben begann die überraschende Vervollständigung unserer Kenntniss derjenigen Gruppe von Planeten, von welcher, wie wir uns heute mit besonderem Interesse erinnern, gerade hier in Bremen Olbers, allerdings in einer vor der Gründung unserer Gesellschaft liegenden Zeit, durch die Entdeckung der Pallas und der Vesta zwei nicht unwichtige Glieder kennen gelehrt hatte. In den letzten Jahrzehenden hat sich die Zahl der Planeten allerdings in fast bedenklicher Weise vermehrt, auch werden wir, wenn heute die Zeitung Kunde bringt, dass schon wieder einer entdeckt worden sei, nur noch in gelinde Aufregung versetzt.

An dieser Stelle sollte nicht unerwähnt bleiben, dass die Entdeckung der Asträa sowohl als die schnelle Auffindung des Neptuns sehr wesentlich durch die von der Berliner Akademie herausgegebenen Sternkarten gefördert wurden, wie diese grossen Ereignisse andererseits auch Veranlassung gewesen sind, dem akademischen Sternkartenunternehmen vielseitige Nachfolge zu verschaffen. Insbesondere muss eines Werkes gedacht werden, welches von den Astronomen stets als eine Zierde der Zeit und als eine der fruchtbarsten Arbeiten für die Zwecke der praktischen Sternkunde betrachtet werden wird, der in den 50er Jahren unter Argelander's Leitung ausgeführten „Durchmusterung des nördlichen Himmels“, deren Karten alle Sterne der 9 ersten Grössenklassen vollzählig und die helleren der 10. Klasse verzeichnen, mit ihrer Fortsetzung für einen Theil des südlichen Himmels durch Schönfeld und der soeben bewirkten Vollendung des Werkes durch Gill's photographische Aufnahme des Sternbestandes zwischen dem Wendekreise des Steinbocks und dem Südpol, welche die Cap-Sternwarte geliefert hat.

Wenn die Entdeckung des Neptuns stets als eine der glänzendsten Errungenschaften des Zeitraumes, auf den wir hier zurückblicken, gelten wird, so muss daran erinnert werden, dass die Astronomie des Unsichtbaren doch auch bereits vor dieser Entdeckung wichtige Erfolge zu verzeichnen gehabt hat. Wir denken hier an die unsichtbaren Begleiter des Sirius und des Procyon, deren Kenntniss wir den letzten Arbeiten Bessel's verdanken. Ausgiebigste Verwerthung hundertjähriger Ortsbestimmungen für die sichtbaren Sterne hat es möglich gemacht, die Bahnen auch ihrer unsichtbaren Begleiter mit grosser Annäherung zu berechnen, und einer dieser Begleiter, der des Sirius, ist denn auch mit dem ersten der neuen amerikanischen Riesenteleskope thatsächlich aufgefunden worden. Heute ist der Nachweis der Existenz von Fixsternen, welche das menschliche Auge nicht erblicken kann und mit den denkbar stärksten Hülfsmitteln niemals wird erblicken können, durch die automatische Aufzeichnung ihrer Einwirkung auf die Stellung anderer Himmelskörper unter Umständen innerhalb weniger Tage möglich.

Zu den grössten Erfolgen, welche die moderne Wissenschaft zu ver-

zeichnen hat, gehören — Niemand wird es bezweifeln — Spectralanalyse und Photographie, und wer über die wissenschaftlichen Ergebnisse des letzten halben Jahrhunderts berichtet, wird nicht umhin können, den fruchtbringenden Erwerb dieser Entdeckungen im Einzelnen zu betrachten. Dies wird am zweckmässigsten geschehen, wenn er die Fortschritte der Physik im Allgemeinen ins Auge fasst. An dieser Stelle soll daher auch nur des mächtigen Einflusses gedacht werden, welchen Spectralanalyse und Photographie auf die Entwickelung der astronomischen Forschung geübt haben. Dreissig Jahre sind verflossen, seit Gustav Kirchhoff die dunklen Linien, welche man seit Wollaston und Fraunhofer im leuchtenden Spectrum der Sonne und einiger der hellsten Sterne kannte, erklärt und damit zugleich gezeigt hat, wie man sich derselben zur Erforschung der physikalischen Beschaffenheit der Himmelskörper bedienen kann. Zunächst wurde die Spectralanalyse nur für diesen Zweck verwerthet, indem man sowohl die permanente Beschaffenheit der Spectren der Gestirne als auch qualitative Aenderungen derselben, wo sie sich zeigten, studirte. Aber schon nach kurzer Zeit begann man auch zu versuchen, die durch die Bewegung der Gestirne verursachte Aenderung der Spectren zu messen, um damit Aufschluss über denjenigen Antheil ihrer Bewegungen zu erhalten, welcher in die Richtung zum Beobachter hin oder in die entgegengesetzte fällt, also gerade über denjenigen, welcher der früheren Beobachtungsmethode im einzelnen Falle ganz unzugänglich blieb und für die Gesammtheit des Sternsystems nur auf indirectem und keineswegs sicherem Wege zu erschliessen war. Hatte uns die eine Anwendung der Spectralanalyse den Schlüssel zur Kosmogonie in die Hand gegeben, so musste die andere in Verbindung mit den Methoden der alten Astronomie ein ebenso wichtiges Hülfsmittel für die Erforschung der heutigen Anordnung des Sternensystemes werden, wenn es nur gelang, dieses Hülfsmittel mit derselben Schärfe und Sicherheit zu verwerthen, welche den sonst in der Astronomie üblichen Beobachtungsmethoden eigen sind. Nun versagte aber die Fähigkeit des menschlichen Auges, welches selbst mit dem stärksten modernen Fernrohre bewaffnet eine so minimale Veränderung nicht mehr zweifelsfrei zu beobachten vermag. Es bedurfte eines weiteren Bundesgenossen, welchen das Auge in der photographischen Platte fand, deren Empfindlichkeit auf verschiedenen Wegen, zumal aber mit Hülfe der Bromgelatine fast bis ins Unendliche gesteigert werden kann. Die spectrographischen Aufnahmen, welche in den letzten Jahren auf der Potsdamer Sternwarte ausgeführt und zur Bestimmung der Fixsternbewegungen verwerthet worden sind, haben für die auf die höchsten Ziele gerichtete Forschung eine neue Aera eröffnet, in welcher die unvermuthete Entdeckung des Algol-Begleiters sowie die überraschende Erkenntniss der schnellen Bahnbewegungen einiger anderer heller Sterne,

welche H. C. Vogel in Potsdam und Pickering in Cambridge gelungen sind, nur glänzende Nebenepisoden bilden.

Im Vorstehenden ist auf einige der hervorragendsten Vorkommnisse und Leistungen auf astronomischem Gebiete hingewiesen worden, welche die Gesellschaft deutscher Naturforscher und Aerzte seit ihrem Bestehen hat an sich vorbeiziehen sehen, es ist aber begreiflich unmöglich gewesen, auch nur entfernt erschöpfend die gewaltige Thätigkeit zu schildern, welche die Astronomen während dieses Zeitraumes geübt haben. An den Grossthaten so vieler Koryphäen, welche mit durchschlagendem Erfolge an dieser Thätigkeit betheiligt gewesen sind, musste schweigend vorübergegangen werden. Sind doch Namen, wie Sir John Herschel, Airy, Hansen, Newcomb, Gould, Schiaparelli ungenannt geblieben!

Wenn aber auch die dieser Skizze nothwendigerweise gesteckten Grenzen nicht gestatten, die Verdienste der einzelnen Forscher gebührend zu würdigen, so erscheint es doch in der Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte angezeigt, mit einem Wort noch der erfreulichen Wirksamkeit wissenschaftlicher Associationen zu gedenken, unter denen vor Allen die fast gleichzeitig mit unserer Gesellschaft gestiftete Royal Astronomical Society zu nennen ist, der sich aber ihre jugendlichere Schwester, die Astronomische Gesellschaft, durch die ausserordentliche Leistung des allgemeinen Sternkataloges für den nördlichen Himmel bereits ebenbürtig zur Seite gestellt hat. Schliesslich darf auch die 1862 als mitteleuropäische Gradmessung gegründete geodätische Vereinigung, die sich aber heute der allgemeinen Erdmessung widmet und bereits drei Continente in ihre Thätigkeit einschliesst, nicht ungenannt bleiben.

Aber kehren wir aus den Regionen der Gestirne zu dem Planeten zurück, auf dem wir wohnen. Zur Zeit als sich unsere Gesellschaft zum ersten Male versammelte, waren die Geologen in zwei feindliche Lager, in das der Vulcanisten und das der Neptunisten gespalten. Vulcanistische Ansichten hatten jedoch bereits das Uebergewicht gewonnen, nicht zum kleinsten Theile infolge von Leopold v. Buch's berühmter Reise nach den Canarischen Inseln, welche kurz vorher veröffentlicht worden war. Die Vulcanisten behaupteten nicht nur, dass zahlreiche Gesteine, für welche die Neptunisten einen wässerigen Ursprung gelten liessen, auf feurigem Wege entstanden oder wenigstens umgewandelt seien, sondern glaubten auch den vulcanischen Thätigkeiten eine Gewalt beilegen zu dürfen, welche im Stande gewesen sei, die höchsten Gebirge durch einen einzigen Stoss zu erheben. Gegen diese Theorie der Katastrophen, welche geraume Zeit die herrschende gewesen war, begann sich aber, zum



Theil aus den Reihen der Vulcanisten selbst, nachgerade Widerspruch geltend zu machen. Es wurde darauf hingewiesen, dass die stärksten Wirkungen durch die schwächsten Kräfte hervorgebracht werden können, wenn diese Kräfte während eines hinreichend langen Zeitraumes thätig sind. Nach diesem Principe glaubte man die mächtigen Veränderungen, welche die Oberfläche der Erde im Laufe der Zeit erlitten hat, in einfacherer Weise erklären zu können, als durch Annahme gewaltsamer Katastrophen, und so entwickelte sich aus dem langjährigen Kampfe der Vulcanisten und Neptunisten eine neue Auffassung, welche, in Deutschland durch v. Hoff's Studium der in geschichtlicher Zeit aufgetretenen und durch Ueberlieferung nachgewiesenen Veränderungen der Erdoberfläche vorbereitet, in England zunächst durch Lyell's Scharfsinn und Beharrlichkeit weiter ausgebildet worden ist, um endlich in Darwin's Ideen über die allmähliche Umwandlung vorweltlicher Faunen und Floren neue Anhaltspunkte zu gewinnen.

Indessen auch vor dieser neuen Evolution der vulcanistischen Lehre wollten die Neptunisten die Segel nicht streichen. Wie früher die Vulcanisten, so erblickten auch sie nunmehr in dem Experiment eine der wichtigsten Unterlagen für die Erörterung der Genesis der Gebirgsarten, wie der Gebirge selber. Aber während James Hall, indem er Hutton's vulcanistische Ansichten verfocht, mit Recht betont hatte, dass Vorgänge, welche im Laboratorium beobachtet werden, jedenfalls auch als in der Natur möglich angenommen werden dürfen, stellte nunmehr Bischof umgekehrt die Behauptung auf, dass Processe, welche sich im Laboratoriumsversuche als unausführbar erweisen, auch in der Natur nicht thätig gewesen sein können. Die Hinfälligkeit einer solchen Argumentation liegt auf der Hand; auch haben Bischof's auf so schwacher Grundlage aufgebaute Ansichten über Bildung und Umwandlung der Gesteine auf wässerigem Wege nicht viele Anhänger gefunden.

Allein die Gegensätze der vulcanistischen und neptunistischen Lehre hatten längst ihre frühere Schärfe verloren. Statt das Heil ihrer Wissenschaft ausschliesslich in der Auffindung einer einheitlichen, alle Erscheinungen umfassenden Erklärungsweise zu erblicken, begannen die Geologen es für nützlicher zu halten, den allseitig sich bietenden Erscheinungen im Einzelnen nachzugehen und dieselben aufzuklären, soweit dies sichere physikalische und chemische Beobachtung, insbesondere aber auch das Studium der in den Erdschichten aufbewahrten Spuren früherer Faunen und Floren gestatten wollte. Auf Grundlage des so gewonnenen reichen Erwerbes von Einzelforschungen durften sie hoffen, dass sich später ein allgemeines Lehrgebäude erheben werde, in dessen offenem Fachwerk die gesonderten Beobachtungen ihren Platz finden würden. Um einige der in dieser Richtung gewonnenen Erfolge hervorzuheben, darf hier zunächst an die Einführung des Mikroskopes in die geologische

Forschung erinnert werden, und die Vervollkommnung der optischen Instrumente, welche, wie wir gesehen haben, der Astronomie so gewaltigen Vorschub geleistet hat, ist daher auch dem Studium der Gesteine in dankenswerther Weise zu Hülfe gekommen. Der Geologe ist nicht mehr ausschliesslich auf die Ergebnisse der chemischen Analyse beschränkt, wenn er sich Aufschlüsse über die in die Zusammensetzung der Erdkruste eintretenden Mineralien verschaffen will. Indem es gelang, aus diesen Körpern Platten zu schleifen, hinreichend dünn um sie im durchfallenden Lichte beobachten zu können, war zu den bisherigen Beobachtungsmethoden eine neue hinzugetreten, welche sich bald zu einer besonderen Disciplin, der Mikroskopie in ihrer Anwendung auf Petrographie, ausbilden sollte. Insofern diese Methode die Beobachtung der mannichfaltigsten Structurverhältnisse, Fluidalstructur, Porosität, Natur der Einschlüsse, gestattet, erscheint sie geeignet, auch über die Genesis der Gesteine Licht zu verbreiten.

Auch der Art und Weise, wie grössere Massen der einzelnen Gesteine an der Zusammensetzung der Erdkruste sich betheiligt haben, sind von den Geologen umfangreiche Forschungen gewidmet worden. Die Klüfte, welche diese Massen von einander trennen, geben Andeutungen über die Bewegungen, welche in der Erdkruste bei ihrem Erstarren und seit sie fest geworden ist, aufgetreten sind. Selbst für die Beantwortung der schwierigen Frage, wie die grossen Gebirgsketten ihre jetzige Höhe und Richtung angenommen, wie sie sich zu Falten und Kämmen gestaltet haben, glaubt man, wie kundige Geologen mich versichern, durch diese Forschungen bereits nicht unwichtige Anhaltspunkte gewonnen zu haben.

Als ein weiterer erheblicher Fortschritt muss die genauere Untersuchung der geschichteten, versteinerungführenden Gebirgsarten und ihres organischen Inhaltes bezeichnet werden. Lücken im paläontologischen System füllten sich mehr und mehr aus, theils durch die Entdeckung ganzer fossiler Faunen und Floren, theils durch die Auffindung wunderbarer Formen (wie die des Archaeopteryx z. B.), welche manche scheinbar weit auseinanderliegende Klassen und Ordnungen von Thieren und somit auch die Erdschichten, in denen sie auftreten, in näheren Zusammenhang bringen.

Unsere Kenntniss verschollener Thierformen hat bereits einen solchen Umfang und eine solche Sicherheit gewonnen, dass die Geologen schon jetzt durch das Studium einer kleinen Anzahl fossiler Thiere, die ihnen von irgend einem Theile der Erde zugehen, in der Regel im Stande sind, das relative Alter dieser Thiere und damit die Formation, der sie angehören, genau zu bestimmen, ein Triumph, dessen sich die geologische Forschung mit vollem Rechte rühmen darf. Die genaue Altersbestimmung der versteinerungführenden Schichten ist von besonderer Wichtigkeit, insofern das Alter der krystallinischen Gebirgsarten oft genug

ausschliesslich durch das Ineinandergreifen mit ersteren zu ermitteln ist. Die Berücksichtigung aller dieser Altersbestimmungen ist aber unerlässlich, will man die Reihenfolge, in der die Veränderungen auf der Oberfläche der Erde stattgefunden haben, sei es in ihren allgemeinen Zügen, sei es mit ihren besonderen durch locale physikalische Verhältnisse bedingten Zuständen (Facies) feststellen.

Sind Betrachtungen dieser Art geeignet, den grossartigen Erscheinungen näher zu treten, welche die Erde in der Gestaltung der Continente, in dem Gegensatze hoher Berggipfel und grosser Meerestiefen, in der Vertheilung der Vulcane, in der Erhebung alpiner Gebirgsketten darbietet, so hat sich die neueste Zeit auch der Erforschung des niederen Landes und der oberflächlichen Bildungen zugewendet, um aus den bei ihrem Studium gesammelten Beobachtungen Anhaltspunkte für das Verständniss jüngerer, aber für die Geschichte der Erde nicht minder wichtiger Zustände zu gewinnen. Die Erforschung der jüngsten Formationen hat namentlich auch eine Frage wieder in den Vordergrund gedrängt, welche die Geologen schon viel beschäftigt hat und ihr Interesse noch lange in Anspruch nehmen wird. Es ist dies die Frage nach der grösseren Ausdehnung der Gletscher in der Diluvialzeit. Die gründlichste Untersuchung der jetzigen Gletscher und des nordischen Inlandeises, insbesondere der Bedingungen ihres Bestehens, ihrer Fortdauer waren erforderlich, ehe man daran denken konnte, in Steinwällen, Findlingsblöcken, Lehmbildungen der Ebene Erzeugnisse von Gletschern und Reste von Moränen zu erblicken, ehe man sich erlauben durfte, aus dem Auftreten arktischer Thierformen in gewissen Localitäten die Existenz von eigenthümlichen klimatischen Verhältnissen, von Kälteperioden während der Diluvialzeit zu erschliessen.

Höchst dankenswerthe Quellen der Erkenntniss haben sich schliesslich der geologischen Forschung in den sich stetig erweiternden Operationen des Bergbaues aufgethan, welcher die wichtigsten der dem Haushalt des Menschen dienenden Mineralien, wie Kohle, Eisenerze, Salz, in der Tiefe zu suchen hat. Mit Hülfsmitteln, hinter denen die einer früheren Periode weit zurückstehen, ist der Bohrer des Bergmanns heute in Tiefen eingedrungen, welche früher völlig unzugänglich waren. Ich brauche nur an das Bohrloch von Schladebach bei Dürrenberg zu erinnern, welches bereits eine Tiefe von 1716 Metern erreicht hat. Diese Tiefbohrungen, sodann die zahllosen Einschnitte in die Erdkruste, welche aller Orten zur Ausführung gelangt sind, sei es um den Riesenbauten unserer Zeit eine sichere Grundlage und das nöthige Material zu beschaffen, sei es um den sich täglich weiter verzweigenden Eisenbahnen den Weg zu ebenen, ferner die mächtigen Tunnelanlagen, welche den Verkehr durch die Alpen vermitteln, alles das hat einen Schatz von Thatsachen erschlossen, welche, durch die Herstellung geologischer Karten miteinander in Verbindung gesetzt, die Erde bis zu einer gewissen Tiefe durchsichtig erscheinen lassen.

An der Ausführung von Karten dieser Art wird heute in allen Culturstaaten emsig gearbeitet. Ihre Vollendung wird nicht nur der Wissenschaft, sondern auch dem Leben zugutekommen, denn wenn diese Karten fortan der Weiterentwickelung sämmtlicher geologischer Disciplinen als Grundlage dienen müssen, so sind sie auch bereits allen Unternehmungen, welche die Ausbeutung des Bodens im Dienste der Industrie und der Landwirthschaft anstreben, unentbehrliche Wegweiser geworden.

Wer sich bemüht, den Fortschritten auf dem einen oder anderen Gebiete der Wissenschaft nachzugehen, der kommt schnell zu der Ueberzeugung, dass sich diese einzelnen Gebiete nicht immer scharf von einander abgrenzen lassen, dass es Wissenschaften giebt, welche ohne Mitwirkung von Hülfswissenschaften garnicht gedacht werden können, ja solche, bei denen diese letzteren die Hauptrolle spielen. Dies gilt zumal von der Mineralogie, welche im Anschluss an das über die geologischen Errungenschaften Gesagte unsere Aufmerksamkeit einen Augenblick in Anspruch nimmt. Die Mineralogie ist im Wesentlichen Physik und Chemie in ihrer Anwendung auf Erkenntniss der Mineralien. Um das Bild eines Minerals zu gewinnen, studiren wir seine physikalischen Eigenschaften, Aggregatzustand, Krystallform, optisches Verhalten, Cohäsion, Härte, untersuchen wir seine chemische Natur, d. h. wir bestimmen seine qualitative und quantitative Zusammensetzung. Jeder Fortschritt auf mineralogischem Gebiet ist daher nur auf physikalischem oder chemischem Wege denkbar, ganz einerlei, ob er in einer schärferen Erkenntniss alter Mineralien oder in der Auffindung neuer besteht. Wenn wir heute die Krystallformen, die optischen Eigenschaften einer grossen Anzahl derselben weit besser kennen, als es gegen die Mitte des Jahrhunderts hin der Fall war, so verdanken wir dies einerseits den ausserordentlich verbesserten Messapparaten, andererseits den neuen Beobachtungsmethoden, welche die Physiker ersonnen haben; wenn heute die Zusammensetzung einer ganzen Reihe von Mineralien mit grösserer Sicherheit ermittelt ist, so sind es wieder die uns gegenwärtig zur Verfügung stehenden vollkommneren Hülfsmittel der chemischen Analyse gewesen, deren Anwendung die Vertiefung und Erweiterung unserer Kenntnisse ermöglicht hat. Welchen Ansehens sich gerade die Bundesgenossenschaft der chemischen Forschung in den Augen der Mineralogen erfreut, wird unzweideutig durch die Thatsache bekundet, dass ihren modernen Classificationsbestrebungen fast ausnahmslos die chemische Zusammensetzung zu Grunde liegt. Auch ist sich die Mineralogie der Dienste wohl bewusst, welche die chemische Analyse, insbesondere während der letzten Jahre, für die Erkenntniss zahlreicher, zumal bei genauerer Durchsuchung der norwegischen und nordamerikanischen Gebirge auf-

gefundener neuer Mineralien geleistet hat. Allerdings haben sich solche Dienstleistungen auch für die Aufgaben der Chemie in hohem Grade fruchtbringend erwiesen, insofern sie eine Reihe neuer Elemente zu Tage gefördert haben, deren Studium vielleicht Aufschlüsse über die Natur der Elemente im Allgemeinen verspricht. Im Hinblick gerade auf die letztgenannten Erfolge kann es in der That zweifelhaft erscheinen, ob wir hier nicht eher einem Fortschritt auf chemischem als auf mineralogischem Gebiete gegenüberstehen. Ganz dieselbe Frage aber drängt sich auch einer anderen Errungenschaft gegenüber auf. Der Analyse der Mineralien ist in der grossen Mehrzahl der Fälle die Synthese derselben auf dem Fusse gefolgt. Unmittelbar nach Gründung der Gesellschaft gelang es Mitscherlich den Augit und den Olivin künstlich zu erzeugen. Seitdem sind fast sämmtliche in der Kruste unseres Planeten von den Mineralogen aufgefundenen Verbindungen auch aus dem Schmelztiegel des Chemikers hervorgegangen. Diese künstliche Bildung von Mineralien hatte bisher ausschliesslich ein wissenschaftliches Interesse beansprucht; neuerdings aber fangen diese synthetischen Ergebnisse an, auch eine praktische Bedeutung zu gewinnen. Allbekannt ist der prachtvolle Schmuckstein, welchen die Juweliere mit dem Namen Rubin bezeichnen. Die Zusammensetzung des Rubins war von den Chemikern seit langer Zeit festgestellt. Seit Jahresfrist aber lässt sich dieser Edelstein durch einen chemischen Process in Krystallen erhalten, welche von den in der Natur vorkommenden nicht zu unterscheiden sind. In den Werkstätten der Juweliere ist der künstliche Rubin mit dem natürlichen allerdings noch nicht in Wettbewerb getreten; allein meine verehrten Zuhörerinnen wird es interessiren, zu erfahren, dass Hr. Frémy, dem wir diese Errungenschaft danken, seiner Gattin aus künstlichen Rubinen einen Schmuck hat anfertigen lassen, dessen Schönheit nichts zu wünschen übrig lässt. Die künstliche Erzeugung des Rubins ist allseitig als ein bemerkenswerthes Ereigniss begrüsst worden, indessen lässt es sich nicht verkennen, dass wir auch in diesem Falle mehr einen chemischen als einen mineralogischen Erfolg zu verzeichnen haben.

Wenn man bei der Mehrzahl der naturwissenschaftlichen Disciplinen von den Fortschritten sprechen kann, welche sie seit der Begründung unserer Gesellschaft gemacht haben, so kann, wenn es sich um Botanik und Zoologie handelt, nur von einer Neugestaltung die Rede sein, welche diese Wissenschaften in dem gedachten Zeitraume erfahren haben. Mit den veränderten Zielen, welche dieselben heute verfolgen, ist auch ein völliger Umschwung in der Methode ihrer Forschung eingetreten. Konnten wir schon bei Betrachtung der Geologie auf die Vortheile hin-

weisen, welche sie aus der Verwerthung des Mikroskopes für ihre Aufgaben gezogen hat, so wird Jedermann zugeben müssen, dass botanische und zoologische Forschung ohne Mikroskopie heute nicht mehr gedacht werden kann; ist ja doch die Periode der modernen Entfaltung dieser Wissenschaften als das mikroskopische Zeitalter der Botanik und Zoologie bezeichnet worden. Fasst man die Ergebnisse der mikroskopischen Forschung zunächst auf botanischem Gebiete in's Auge, so gelangt man sofort zu der Ueberzeugung, dass sie die Gewebelehre völlig umgestaltet, dass sie den Schleier, welcher die Geheimnisse der Kryptogamenwelt verhüllte, gehoben, dass sie in der Entwickelungsgeschichte, insbesondere der Embryogenie, neue Zweige der Pflanzenkunde geschaffen hat.

Aber auch das Verständniss und selbst die systematische Anordnung der Phanerogamen sind im Lichte dieser Forschungen ganz andere geworden, ihr Stammbau, die Entfaltung ihrer Blätter und Blüthen, ihre Fruchtbildung liegen heute in ebenso erwünschter, wie unerwarteter Klarheit vor unseren Blicken; wir verschliessen uns nicht länger der Erkenntniss zahlreicher unzweifelhafter Analogien im Leben der Pflanzen und der Thiere; für die Auffassung der Einheit der organischen Natur ist die Grundlage gegeben. Um aber diesen wissenschaftlichen Erwerb im Einzelnen darzulegen, müssen wir in erster Linie an die Zellenlehre erinnern, welche wohl als die glänzendste Errungenschaft der Mikroskopie bezeichnet werden darf, denn sie umfasst den Bau ebenso des Thieres wie der Pflanze. Die Zellenlehre ist ganz eigentlich der deutschen Wissenschaft entsprossen. Sie wurde in dem zweiten Jahrzehend des Bestehens unserer Gesellschaft für die Pflanze von Schleiden, für das Thier von Schwann entwickelt. Auf erstgenanntem Gebiete ist sie später von Pringsheim in seinem Werke: „Grundlinien einer Theorie der Pflanzenzelle" mit grösstem Erfolge weiter ausgebaut worden. Nun sind allerdings anatomische und histologische Untersuchungen der Gewächse auch schon vor Aufstellung der Zellenlehre, ja selbst schon vor Einführung achromatischer Objective in die mikroskopische Beobachtung ausgeführt worden; allein ein befriedigender Einblick in den Bau und die histologische Gliederung der Pflanze war doch nicht denkbar, so lange man das Elementarorgan nicht kannte, welches in diesen Organismen eine so wichtige Rolle spielt, und so lange die mikroskopische Technik nicht, — wie dies heute der Fall zu sein scheint, — die äusserste Grenze der optischen Wahrnehmung erreicht hatte. Erst mit der Zelltheorie als Wegweiserin, erst durch die Wunderleistungen der modernen Optik verschärft, vermochte das Auge des anatomischen Forschers bis in die verborgensten Vorgänge des Pflanzenwachsthums einzudringen und die verschiedenen Entwickelungsstufen desselben klarzulegen. Die so gewonnene Erkenntniss ist aber auch eine nahezu erschöpfende gewesen. Wir wissen heute, wie das Baumaterial des Pflanzenorganis-

mus — die Zelle — gebildet wird, wie sie wächst und sich vermehrt. Wir kennen die Processe, in denen nach bestimmten Theilungsregeln Gewebe entstehen, wie diese Urgewebe durch Wachsthum, Structur- und Formveränderung in Gewebe höherer Ordnung übergehen, bis nach und nach die Gestalt des Pflanzenkörpers in die Erscheinung tritt. An der Hand des anatomischen Forschers sind wir, Schritt für Schritt, in den Bau dieses Pflanzenkörpers eingetreten, seine Architektur ist freigelegt, wir finden uns in demselben zurecht wie im eigenen Hause, dessen Anordnung wir kennen, das wir vor unseren Augen Stein um Stein sich haben erheben sehen. Aber schon begnügt sich die Pflanzenanatomie nicht mehr mit der Lösung der rein morphologischen Aufgabe, die sie sich ursprünglich gestellt hatte; sie will sich heute zu einer Physiologie der Gewebe gestalten. Im Anlaufe auf ein solches Ziel werden Physik und Chemie mit ihren reichen Hülfsmitteln als Bundesgenossen angerufen. Bereits sind auch in dieser neuen Richtung, welche die Forschung eingeschlagen hat, nicht unerhebliche Ergebnisse zu verzeichnen, insofern man aus Inhalt, Structur und Anordnung Andeutungen über die eigenthümlichen physiologischen Functionen der verschiedenen Gewebesysteme gewonnen hat. So ist denn das Gebäude der Pflanzenanatomie weit über die Dimensionen hinausgewachsen, die ihm zunächst bestimmt schienen, und in dem Umfange desselben, in dem Reichthum seines Inhalts und der Vollendung seiner Theile würde sich die erste Anlage aus dem 17. Jahrhundert, aus den Zeiten von Malpighi und Grew, den Begründern der Pflanzenanatomie, kaum mehr erkennen lassen.

Ein Ergebniss von allgemeinster Bedeutung, welches die Biologie der Entwickelung der Zellenlehre verdankt, ist endlich der Nachweis der Gleichwerthigkeit des Protoplasma's in den vegetabilischen Zellen mit der sogenannten contractilen Substanz, welche in den Infusorien auftritt. Da diese beiden Materien die Träger der Lebensfunctionen, die eine in der Pflanze, die andere in dem niederen Thiere, darstellen, so erblickt man in der Uebereinstimmung der anatomischen Substrate der physiologischen Thätigkeiten, wie dies schon oben angedeutet worden ist, Anhaltspunkte für die Annahme eines der Pflanze und dem Thiere gemeinsamen Stammbaumes.

Auf das Licht, welches die mikroskopische Forschung über das Gebiet der Kryptogamenkunde ausgegossen hat, ist ebenfalls bereits hingewiesen worden, aber die der Lösung des kryptogamischen Räthsels gewidmeten Bestrebungen, welche während des in den Rahmen unserer Betrachtung fallenden Zeitraumes mehr als ein Menschenalter lang in dem Mittelpunkt der wissenschaftlichen Bewegung in der Botanik gestanden haben, sind so erfolgreich gewesen und haben zumal auch auf den Entwickelungsgang der Anatomie und Morphologie der Pflanzen einen so tiefgreifenden Einfluss geübt, dass wir noch einen Augenblick bei ihnen verweilen müssen.

Bei unserem Eintritt in den Neubau der Kryptogamenkunde, auf dessen Schwelle Pringsheim's Versuche über Algenbefruchtung und Algenkeimung die Blicke fesseln, erkennen wir sofort, dass hier nicht eine Erweiterung, sondern eine völlige Umgestaltung des Vorhandenen stattgefunden hat. Mit der Entdeckung der Sexualität der Kryptogamen war die Kluft zwischen geschlechtlichen und vermeintlich ungeschlechtlichen Wesen überbrückt; was in der Wissenschaft lange als Dogma gegolten hatte, war ein überwundener Standpunkt geworden. Dem heutigen Forscher ist Sexualität Grundbedingung des organischen Lebens. Das Mikroskop hat sie bis in die untersten organischen Kreise verfolgt und gezeigt, dass selbst die histologischen Geschlechtselemente, welche bei dem Thiere beobachtet werden, in der Pflanze wiederkehren. Wir wissen heute, dass der Zeugungsvorgang in der ganzen organischen Natur ein gleichartig verlaufender ist, dass sich die beiden charakteristischen Geschlechtselemente, Samenkörper und Ei, bei den höchsten thierischen Wesen und bei den niedrigsten pflanzlichen Organismen in gleicher Weise wiederfinden. So hat denn auch die Forschung auf kryptogamischem Gebiete durch Feststellung der sexuellen Uebereinstimmung im ganzen Bereiche der organischen Schöpfung nicht wenig dazu beigetragen, der Auffassung eines gemeinsamen Ursprungs der animalischen und vegetabilischen Natur Vorschub zu leisten.

Zu derselben Erkenntniss führen aber auch die Untersuchungen in anderen Zweigen der Kryptogamenkunde. Die glänzende Entdeckung des Generationswechsels der Moose und Farne durch Hofmeister, die sich daran anschliessenden umfassenden Beobachtungen im Bereiche der Embryogenie der Gymnospermen, die Auffindung der Symbiose bei den Flechten durch de Bary und Schwendener, die lückenlose Darlegung endlich einer vollständigen Reihe von Entwickelungsstufen, — von Zelle zu Zelle, vom Ei bis wieder zum Ei — welche dem ausdauernden Studium des Lebensprocesses der Algen und Pilze gelungen ist, alle diese Untersuchungen haben den Entwickelungsplan im Bau und in der Organisation der Pflanzen in den verschiedensten Abtheilungen des Gewächsreiches klargelegt und die verwandtschaftlichen Beziehungen zu dem Entwickelungsplane der Thiere aufgehellt.

Es braucht kaum darauf hingewiesen zu werden, dass auch die sogenannte systematische Botanik in dem Zeitraum, den wir überblicken, nicht gefeiert hat. Jedermann weiss, in welchem Grade die Zahl der beschriebenen Pflanzen angewachsen ist; kein Land, keine Höhe, keine Tiefe ist dem Sammeleifer unzugänglich geblieben. Man wird kaum fehlgehen, wenn man annimmt, dass heute mehr als doppelt so viele Pflanzen bekannt sind als im Stiftungsjahre der Gesellschaft. Nur wenige der alljährlich neu aufgefundenen können mehr als ein rein fachmännisches Interesse beanspruchen, immerhin begegnet man unter den-

selben auch wieder solchen, welche durch ihre Grösse, durch die Schönheit ihrer Blüthen oder durch andere Eigenschaften die Aufmerksamkeit weiterer Kreise auf sich ziehen. Ich erinnere an die Californische Mammuthfichte, welche sich unter dem Namen Wellingtonia schnell in Europa eingebürgert hat, an die schönste der Nymphäaceen, die Victoria regia, die in unseren botanischen Gärten keine Seltenheit mehr ist, an die Riesenblüthe des tropischen Schmarotzers Rafflesia Arnoldi, an die Welwitschia mirabilis, jene der Wüste entstammende zweiblättrige Gnetacee, deren Habitus von dem aller übrigen Pflanzen abweicht. Ungleich wichtiger aber als die Vermehrung des Pflanzenbestandes ist die Umwälzung, welche sich in der Methode der Systematiker vollzogen hat.

Diese Methode konnte von der raschen Entwickelung der Anatomie, der Histologie und Biologie der Pflanze nicht unbeeinflusst bleiben.

Während es früher die äussere Erscheinung der fertigen Pflanze gewesen war, welche den Platz im System feststellte, haben heute für die Entscheidung dieser Frage Entwickelungsgeschichte, anatomische und biologische Verhältnisse, in der That alles der Beobachtung Zugängliche, gleiches Stimmrecht erhalten. Daher kommt es, dass heute Gattungen, ja selbst Familien, die man früher in nächster Beziehung wähnte, auseinandergerückt sind, während andere, die nichts Gemeinsames zu haben schienen, sich heute dicht nebeneinander in dieselbe Reihe einfügen.

Man erkennt, dass wir, was auf dem Gebiet der Systematik geleistet worden ist, doch wieder in letzter Instanz der mikroskopischen Forschung verdanken.

Allein die dieser Forschung entsprossene Erkenntniss ist nicht nur von tiefgreifendem Einfluss auf alle Theile der Botanik gewesen, sondern hat auch den grossen Darwin'schen Gedanken vorbereitet, welcher sich wie ein befruchtender Strom über das ganze Gebiet der Naturanschauung ergossen hat.

Die Aufdeckung der zwischen Pflanzenwelt und Thierwelt bestehenden Analogien und der Nachweis eines übereinstimmenden Organisationsplanes bei beiden, zu welchen wir durch die Histologie der Pflanzen im Allgemeinen und die Entwickelungsgeschichte der Kryptogamen im Besonderen geführt worden sind, haben zur sachlichen Begründung der Darwin'schen Vorstellungen über die nahe Verwandtschaft sämmtlicher Organismen vielleicht mehr beigetragen, als es die lückenhaften Erfahrungen über Variabilität, die noch keineswegs abgeschlossenen Versuche der Züchtung und die Auffindung paläontologischer Zwischenglieder bisher vermocht haben.

Der Name Darwin, den wir angerufen haben, führt uns naturgemäss auf das Gebiet der zoologischen Forschung, auf welchem wir



einem ähnlichen Umschwung begegnen, wie er uns auf dem botanischen entgegengetreten ist.

Wer eine Vorstellung von den Zielen gewinnen will, welche die Zoologen zur Zeit, als unsere Gesellschaft in's Leben trat, verfolgten, wird sich zweckmässig für einen Augenblick in noch entferntere Vergangenheit zurückversetzen. Wenn seit Mitte des vorigen Jahrhunderts Linné und seine Nachfolger vorwiegend bestrebt gewesen waren, eine recht grosse Anzahl einzelner Thierformen kennen zu lernen und dieselben zum Zweck der systematischen Anordnung nach ihrer äusseren Erscheinung zu charakterisiren, so war seit dem Anfange des jetzigen die Forschung unter Cuvier's Führung in die vergleichend-anatomische Richtung eingetreten. Im Vordergrund stand das Verlangen, durch eingehendes Studium der anatomischen Organisationsverhältnisse und durch umfassende Vergleichung derselben den „Bauplan“ der einzelnen Thierkreise zu erkennen und nach dessen Modificationen ein natürliches System aufzustellen. Mittlerweile war man indessen bemüht gewesen, den Gesetzen der thierischen Morphologie auch auf dem Wege der Speculation näher zu kommen. Noch stand die naturphilosophische Schule in voller Blüthe und eine Reihe ausgezeichneter Forscher — unter ihnen kein Geringerer als Lorenz Oken, in dem wir einen der Hauptbegründer unserer Gesellschaft verehren — hatten sich den Fesseln jener Schule noch nicht entwunden. Aber man weiss, wie wenig in den Naturwissenschaften leistet, Wer nicht streng an den Thatsachen festhält, und es kann daher nicht befremden, dass die Naturphilosophen auf zoologischem ebensowenig wie auf irgend welchen anderen Gebieten wahre Fortschritte erzielen konnten. Immerhin aber hat der Ernst, ja man kann sagen die Begeisterung, mit welcher die Anhänger der naturphilosophischen Schule für ihre Aufgaben eingetreten sind, in hohem Grade anregend auf die Forschung eingewirkt, und wir wollen daher den Männern jener Zeit die Anerkennung nicht versagen, dass auch sie, obwohl nicht die Wege wandelnd, auf denen in den kommenden Jahrzehenden so Grosses erreicht worden ist, zu dem gewaltigen Umschwung in der ganzen Auffassung des Verhältnisses der Lebewesen zu einander ihr Scherflein beigetragen haben.

Es wurde bereits angedeutet, wie sehr sich im Laufe des letzten halben Jahrhunderts die Zahl der bekannten Pflanzen vermehrt hat; dasselbe gilt für die erkennbar beschriebenen thierischen Organismen; insbesondere hat sich die Kenntniss der mikroskopischen Geschöpfe in ungeahnter Weise erweitert. In die ersten Jahrzehende nach der Stiftung unserer Gesellschaft fallen die bahnbrechenden Arbeiten Ehrenberg's, welche uns eine neue Welt kennen gelehrt haben. Forschungen in dieser Richtung sind bis in die neueste Zeit fortgesetzt worden, und es haben die von allen Culturvölkern, zumal von den Engländern aus-

gesendeten maritimen Expeditionen dem Studium der Thiere, insbesondere nach der morphologischen Seite hin, sehr wesentlichen Vorschub geleistet. Eine besonders reiche Ausbeute hat die in den 70er Jahren unternommene Expedition der zur Erforschung der Meerestiefe ausgerüsteten englischen Corvette Challenger geliefert. Der Laie erstaunt, ja erschrickt fast, wenn er vernimmt, dass in den Berichten der Challenger-Expedition in der Gruppe der Radiolarien allein über 2000 verschiedene Formen von Haeckel beschrieben worden sind.

Ueberhaupt haben die Engländer das Verdienst, dass sie, durch den Besitz ihrer vielen Colonien begünstigt, die systematische Thierbeschreibung umfassend gefördert haben. Das während der verschiedenen Expeditionen gesammelte Material wird in den Museen vorsichtig aufbewahrt und von kundiger Hand gesichtet und bearbeitet. Sorgfältige Abbildungen machen die Ergebnisse dieser Bearbeitung weitesten Kreisen zugänglich. In ähnlicher Weise, wie durch die maritimen Expeditionen, wird die Wissenschaft auch fortwährend durch die an vielen Orten behufs Erforschung der localen Faunen errichteten zoologischen Stationen in dankenswerther Weise bereichert. Unter letzteren hat besonders die von unserem Landsmann Anton Dohrn in Neapel begründete eine hervorragende Bedeutung erlangt. Bei Bewältigung des ungeheueren, durch Reisen zu Land und zur See der Forschung gewonnenen Materials hat begreiflich die Untersuchungsmethode einen hohen Grad von Ausbildung erreicht. Hier darf vor Allem wiederum daran erinnert werden, dass die heutige Vollendung des Mikroskops der Zoologie nicht geringere Dienste geleistet hat, als sie für die Botanik bereits angedeutet worden sind. Mit der Vervollkommnung dieses Instruments hat die verbesserte Vorbereitung der Untersuchungsobjecte gleichen Schritt gehalten; namentlich ist die Erhärtung der thierischen Weichtheile zur Herstellung feinster Schnitte sowie die Differenzirung der einzelnen Gewebe mit Hülfe von Anilin- und anderen Farben der Beobachtung sehr wesentlich zu statten gekommen. Auch die plastische Darstellung der feinsten Bauverhältnisse durch die sogenannte Plattenmethode verdient hier erwähnt zu werden.

Durch die Vervollkommnung der Untersuchungstechnik ist insbesondere eine hochwichtige Disciplin der Zoologie, die Entwickelungsgeschichte, weiter ausgebildet, ja man kann sagen neu geschaffen worden. Die heutige zoologische Forschung begnügt sich nicht mehr damit, die Entwickelung der Form genau zu verfolgen, sondern sie bemüht sich auch, die Anlage und Ausbildung der einzelnen Organe selbst sorgfältig zu ermitteln. Schon haben wir ungeahnte Aufschlüsse erhalten über die Vorgänge, welche bei der Befruchtung des Eies und der Theilung desselben stattfinden, sowie über zahlreiche, sehr merkwürdige physiologische Verhältnisse, unter denen die der Parthenogenesis, des Generationswechsels, der Symbiose das höchste Interesse beanspruchen. Alle diese Forschungen,

wie sehr sie sich — zunächst noch theilweise im Kampfe mit den nicht völlig überwundenen Auffassungen der Naturphilosophie — im Einzelnen ergehen, sind auf das grosse Ziel gerichtet, allgemeine morphologische Gesetze aufzufinden, welche das wuchtige Material des Thatsächlichen geordnet unter einem gemeinschaftlichen Gesichtspunkte zusammenfassen und die einzelnen Thatsachen in ihrem Verhältnisse zu einander dem Verständnisse näher bringen sollen. Wollte man aus der Mannichfaltigkeit dieser Forschungen, welche sich bis über die Mitte des Jahrhunderts hinaus fortsetzen, einige hervorheben, welche einen besonders nachhaltigen Einfluss auf die Fortschritte der Zoologie geübt haben, so müsste in erster Linie und alle übrigen überragend, die von Schwann gegen Ende der 30er Jahre aufgestellte Theorie der Zelle genannt werden, deren Bedeutung für die heutige Gestaltung der Botanik wir bereits anzudeuten versucht haben. Mit der Zellentheorie, aus welcher sich sofort eine wissenschaftliche Gewebelehre entfaltete, war der erste, und man darf sagen der wichtigste Beweis für die Einheit in dem Bau aller Organismen pflanzlichen und thierischen Ursprungs gegeben. Von hoher Bedeutung sind ferner die ontogenetischen Arbeiten Rathke's und v. Baer's gewesen, welche die völlige Uebereinstimmung der wichtigsten Entwickelungsvorgänge bei verschiedenen Thieren und den allmählichen Aufbau ihres Körpers aus den durch Furchung des Eies entstandenen Furchungszellen und ihren Abkömmlingen, ebenso die Forschungen Johannes Müller's und seiner Schüler, welche die Gesetzmässigkeit des Baues und der Entwickelung innerhalb der einzelnen Thiertypen klar gelegt haben, endlich die Verknüpfung der morphologischen mit der physiologischen Betrachtungsweise in der Biologie, welcher v. Siebold und Leuckart Geltung verschafft haben.

Die zoologische Forschung, sieht man, nimmt ihren ruhigen, stetigen Verlauf; nichts deutet den gewaltigen Impuls an, welcher bestimmt ist, ihren Strom in eine neue Bahn zu lenken. Das Jahr 1859 — also beiläufig die Mitte des Zeitraumes, auf welchen wir zurückblicken — bildet einen Wendepunkt in der Geschichte der zoologischen nicht nur, sondern in der Naturforschung im Allgemeinen. In jenem Jahre erschien Charles Darwin's Werk: Ueber die Entstehung der Arten (*On the origin of species by means of natural selection*). Ein grosser Theil meiner Zuhörer erinnert sich des gewaltigen Eindrucks, welchen die Veröffentlichung dieses epochemachenden Buches hervorgebracht hat, wie es auf der einen Seite mit begeisterter Zustimmung begrüsst worden ist, während es auf der anderen Seite die abfälligste Beurtheilung gefunden, ja einen Sturm des Unwillens erregt hat.

Wie verschieden die Wege gewesen waren, welche die zoologische Forschung im Laufe der Zeit eingeschlagen hatte, um ihre Ziele zu erreichen: an Einem Grundsatze hatte sie festgehalten, oder war wenigstens,

wenn abweichende Ansichten Ausdruck gefunden hatten, stets wieder zu demselben zurückgekehrt. Die Constanz der Arten hatte bislang als ein Dogma in der Zoologie gegolten. Der schneidigen Logik von Darwin's Beobachtungen gegenüber war diese Auffassung hinfällig geworden. Die Veränderlichkeit der Thierformen durch äussere Einflüsse, die Vererblichkeit von Eigenthümlichkeiten, welche das Individuum durch diese äusseren Einflüsse gewonnen hat, die Möglichkeit der Heranbildung neuer Arten auf diesem Wege hat Darwin mit einer Sicherheit nachgewiesen, welche jeden Zweifel ausschliesst. Aber auch für die Erklärung der nicht zu leugnenden Thatsachen ist Darwin eingetreten; Anpassung an neue Lebensbedingungen, natürliche Auslese und natürliche Zuchtwahl als Factoren der Neugestaltung erscheinen auf der Bildfläche, und das geflügelte Wort vom Kampf um's Dasein klingt zum ersten Male an unser Ohr. Es ist hier der Ort nicht, die Darwin'sche Lehre in ihre Consequenzen zu verfolgen, welche keineswegs nur für die Thierwelt gelten, sondern sich auch auf das Pflanzenreich erstrecken, oder an Beispielen zu zeigen, wie sich mit Hülfe dieser Lehre die ganze Welt der Lebewesen, zumal wenn auch die untergegangenen Geschlechter in Betracht gezogen werden, auf eine kleine Anzahl von Stammformen zurückführen lässt. Noch weniger dürfen wir den geistreichen Speculationen nachgehen, zu welchen Haeckel, der eifrige Apostel der Darwin'schen Lehre, auf dieser Lehre als Basis weiterbauend, geführt worden ist, und welche in dem sogenannten biogenetischen Grundgesetz des deutschen Forschers gipfeln. Hier sollte nur darauf hingewiesen werden, welche Fülle von Licht der Darwin'sche Gedanke über alle Gebiete der organischen Schöpfung, soweit dieselben bekannt sind, verbreitet hat, — welche weiteren Ausblicke auf dem von ihm eröffneten Wege der Forschung noch zu erhoffen sind.

Wenn wir die Fortschritte der Botanik und Zoologie, welche wir im Vorstehenden anzudeuten versucht haben, nochmals ins Auge fassen, so werden wir dieselben wesentlich in den Bestrebungen zahlreicher Forscher erblicken, welche, aus dem Kreise der in der alten Richtung verharrenden Systematiker heraustretend, das Bedürfniss empfanden, die Functionen des Organismus der beschriebenen Lebewesen näher zu ergründen, mit anderen Worten, in der Ausbildung der Pflanzenphysiologie und Thierphysiologie. Wenn wir uns daher noch einen Augenblick mit der Physiologie im Allgemeinen beschäftigen wollen, so werden wir mehrfach auf bereits Gesagtes zurückzugreifen haben.

Die Lehre vom Leben hat im Laufe des Zeitraumes, auf welchen wir zurückblicken, wie in der Botanik so in der Zoologie, eine Wand-

lung erfahren, welche nicht grösser gedacht werden kann. In der Stiftungsperiode unserer Gesellschaft waren bei den Physiologen die Traditionen ihrer grossen experimentalen Vergangenheit, welche an Namen, wie Descartes, Harvey, Hales, Haller, Spallanzani und Fontana, Lavoisier und Priestley anknüpfte, wenn nicht in Vergessenheit gerathen, doch entschieden in den Hintergrund getreten. Die Zeit stand noch unter dem Zeichen der naturphilosophischen Schule, welche seit Anfang des Jahrhunderts die Geister in Deutschland beherrscht hatte. Man gefiel sich in luftigen Speculationen, welche der nüchternen Beobachtung kaum mehr Rechnung trugen. Auch Oken, der gefeierte Begründer unserer Gesellschaft, huldigte, wie bereits bemerkt, dieser Richtung, welcher er in der von ihm redigirten Zeitschrift „Isis“ unzweideutigen Ausdruck lieh. Er war sich des Einflusses, den er in den Spalten jener Zeitschrift übte, wohl bewusst, und als er sich durch Verhältnisse, welche ausserhalb des Kreises unserer Betrachtung liegen, vor die Alternative gedrängt sah, entweder seine Stellung in Jena oder die Isis aufzugeben, zögerte er nicht, seine Professur zum Opfer zu bringen; sah er sich ja doch auch durch Gründung unserer Gesellschaft schon in den nächsten Jahren statt der akademischen Zuhörerschaft einer kleineren deutschen Universität dem naturwissenschaftlichen Forum unseres ganzen Vaterlandes gegenüber. Von Oken's positiven Leistungen bleibt übrigens unvergessen, dass es dem in einer sonst so unfruchtbaren Richtung Befangenen gleichwohl vergönnt war, in der Wirbeltheorie des Schädels, deren Verdienst er jedoch mit Goethe theilt, einen Gedanken in die Wissenschaft hineinzutragen, welcher noch heute die Morphologen beschäftigt. Ungleich bedeutungsvoller aber ist für die Entwickelung der Naturwissenschaften die zumal seiner Initiative entstammende Gründung unserer Gesellschaft gewesen. Der Gedanke, die zersplitterten Kräfte zu gemeinsamer Arbeit zu vereinen, hat sich als ein lebenskräftiger erwiesen und wirkt noch in den mannichfaltigsten Gestaltungen bis in die Gegenwart fort. Dem Forscher, der diesen Gedanken zuerst gedacht hat, ist die Dankbarkeit aller Zeiten gesichert.

Dass Oken auch in der von ihm gegründeten Gesellschaft für seine naturphilosophischen Anschauungen mit Entschiedenheit eintrat, braucht kaum gesagt zu werden, allein die Rückkehr zu dem sicheren Ankergrunde der experimentalen Forschung sollte nicht lange auf sich warten lassen. Schon bei der ersten Naturforscher-Versammlung stand ihm persönlich Purkinje gegenüber, dessen „Beiträge zur Kenntniss des Sehens“ eben erschienen waren, eine Arbeit, die keine andere Methode, als die der Beobachtung und des Versuches anerkennt; gehört dem Verfasser ja überdies auch der Ruhm, das erste physiologische Laboratorium begründet zu haben! Aber schon gewahren wir auf der wiedergefundenen Bahn den jugendlichen Forscher, der berufen war, während

eines Menschenalters als Führer an der Spitze der Wissenschaft einherzuschreiten. In seinen älteren Untersuchungen erscheint uns Johannes Müller allerdings noch ganz entschieden in naturphilosophische Vorstellungen verstrickt, allein seine gesunde Forschernatur zögert nicht, sich zu objectiv anatomisch-physiologischer Thätigkeit durchzuarbeiten. Gleich in den ersten Untersuchungen lässt sich die Hand des Meisters erkennen. Hier denkt wohl jeder Kundige sofort an die im Wettbewerb mit dem älteren Weber gegebenen Aufklärungen über die feinere Structur und die Entwickelungsgeschichte der Drüsen, welche althergebrachte Irrthümer siegreich hinwegfegten. Allbekannt ist, dass es Johannes Müller war, welcher den wesentlich nur auf Analogieschlüsse hin ausgesprochenen Bell'schen Lehrsatz von den Verrichtungen der Wurzeln der Rückenmarksnerven experimentell begründete. Der überzeugende Versuch am Frosch kommt noch heute in der Vorlesung über Physiologie zur Ausführung. Johannes Müller ist der Vater der Lehre von den Reflexbewegungen und von der peripherischen Erscheinung der Gefühlseindrücke, welche für die Entwickelung der Nervenpathologie so wichtig geworden ist; ihm verdanken wir willkommene Aufschlüsse über die Constitution des Blutes, der Lymphe, des Chylus. In seiner späteren Lebensperiode hat er sich allerdings mehr dem Studium morphologischer Erscheinungen zugewendet, seine klassischen Untersuchungen über die Stimme und das Gehör zeigen aber, dass er jeder experimentalen Aufgabe gewachsen war.

Aber nicht nur durch seine eigene Arbeit hat dieser vielseitige Forscher auf die physiologische Wissenschaft fördernd gewirkt, ich brauche nur Namen wie Theodor Schwann, Ernst von Brücke, Hermann von Helmholtz und Emil du Bois-Reymond zu nennen, um anzudeuten, wie erfolgreich auch seine Lehrthätigkeit gewesen ist. Von Schwann's wichtigen Forschungen ist bereits gelegentlich der Zoologie die Rede gewesen. Nachdem die schon von Robert Brown beschriebene Zelle von Schleiden als das Urorgan jedes pflanzlichen Lebewesens erkannt worden war, zeigte Schwann, dass die Zelle der ganzen organischen Schöpfung als Baumaterial dient. Seitdem ist die Zelle das Substrat aller physiologischen Betrachtungen gewesen; hat sie ja doch nicht nur einen mächtigen Einfluss auf die Entwickelungsgeschichte der Gewebe ausgeübt, für welche in der v. Baer'schen Entdeckung des Säugethiereies der Ausgangspunkt bereits gegeben war, sondern ist sie ja doch auch in Virchow's Cellularpathologie die Grundlage für die Erkenntniss zahlreicher Krankheitserscheinungen geworden.

Die Erkenntniss der Zelle in den thierischen Geweben ist jedoch nicht der einzige wichtige wissenschaftliche Erwerb, welchen wir Schwann verdanken. Das Gesetz, nach welchem die Kraft des Muskels mit seiner Zusammenziehung abnimmt, der fermentative Mechanismus der Magen-

verdauung sind von demselben Forscher entdeckt worden, auch wollen wir im Zeitalter der Bakteriologie nicht vergessen, dass diese jüngste Errungenschaft zumal in einem fundamentalen Versuche wurzelt, den Schwann bereits in den 30er Jahren ausgeführt hat. Angesichts der allgemeinen Theilnahme aber, welche sich dieser Forschung im Augenblicke zuwendet, wird es sich empfehlen, auf dieselbe im Besonderen nochmals zurückzukommen.

Nicht weniger einflussreich sind die Arbeiten auch der jüngeren Schüler von Johannes Müller gewesen; sie haben wesentlich dazu beigetragen, einen völligen Umschwung in der Auffassung nicht nur der physiologischen, sondern der Naturerscheinungen im Allgemeinen herbeizuführen. Wir nahen uns der Mitte des Jahrhunderts. Noch immer stehen bei den Physiologen die vitalistischen Anschauungen im Vordergrunde. Wenn auch die Synthese des Harnstoffes wohl geeignet gewesen war, den Vitalisten zu denken zu geben, so konnte doch erst die mehr und mehr für die Erklärung der Lebenserscheinungen zu ihrem Rechte gelangende chemische und physikalische Methode in ihrer fortgesetzten Anwendung für die Lösung bestimmter Einzelaufgaben der mechanischen Naturanschauung auch auf physiologischem Gebiete zum Siege verhelfen. Bereits hat du Bois-Reymond die seit Anfang des Jahrhunderts von Volta begrabene thierische Elektricität zu neuem Leben erweckt, indem er den elektrischen Nervenstrom und dessen negative Schwankung bei der Thätigkeit entdeckte, schon sind Brücke's Arbeiten über das Auge erschienen, schon hat Helmholtz, auf einer wichtigen Beobachtung Brücke's über das Leuchten des Auges weiterbauend, den berühmten Spiegel erfunden, welcher zum ersten Male ein deutliches Bild der lebendigen Retina gewährte. Allein der Augenspiegel, von den Ophthalmologen als das werthvollste Geschenk betrachtet, welches sie aus den Händen der Physik empfangen haben, ist doch nur der Vorläufer jener grossartigen Schöpfungen, welche die physikalische Methode in den Händen von Helmholtz auf physiologischem Gebiete vollbringen sollte. Schon nach wenigen Jahren sind die „physiologische Optik“ und die „Lehre von den Tonempfindungen“ Besitzthümer der Wissenschaft geworden. Jedoch auch die Verwerthung der chemischen Methode hat der Physiologie erheblichen Vorschub geleistet; es genügt, Liebig's umfassender Untersuchungen auf dem Gebiete der physiologischen Chemie, insbesondere der Ernährungsphysiologie, endlich der Arbeit von Gustav Magnus über die Blutgase zu gedenken, welche einer ganzen Reihe ähnlicher analytischer Untersuchungen als Ausgangspunkt gedient hat. Wer aber auf die Leistungen der Physiologie während des letzten Menschenalters zurückschaut, der erinnert sich auch der wichtigen Ergebnisse, welche durch die Einführung einer besonderen Methode der Experimentation, durch die autographische Aufzeichnung der Erschei-

nungen, erzielt worden sind. Auf diese Weise hat Ludwig den Kreislauf des Blutes untersucht, Helmholtz die Geschwindigkeit des Nervenreizes gemessen. Dieselbe Methode hat Donders in den Stand gesetzt, die Zeit zu bestimmen, welche einfache geistige Processe erfordern; wir stehen den Anfängen eines neuen Wissenschaftszweiges gegenüber, welcher mit dem Namen Psychophysik bezeichnet wird.

Dass aber die moderne physiologische Forschung auch vor der höchsten ihr gestellten Aufgabe nicht mehr zurückschreckt, zeigt das Licht, welches sie neuerdings in ein lange dunkel gebliebenes Gebiet, in die Physiologie des Gehirns, hineinzutragen beginnt. Die über Localisation der Functionen in der Grosshirnrinde in Frankreich von Broca angestellten Beobachtungen, die Versuche, welche auf demselben Gebiete in Deutschland von Fritsch und Hitzig, sowie von Hermann Munk ausgeführt worden sind, haben bereits ganz unerwartete Einblicke eröffnet.

Ehe wir uns von der Physiologie verabschieden, scheint es angezeigt, noch einmal auf die Ergebnisse der bakteriologischen Forschung zurückzukommen, da sie für weite Kreise von Bedeutung sind. Obwohl die jüngste unter den biologischen Wissenschaften und erst während des letzten Jahrzehends zur Selbständigkeit gediehen, entstammt die Bakteriologie gleichwohl einer Reihe von Versuchen, welche mehr als ein halbes Jahrhundert zurückliegen. Im Jahre 1836 theilte Schwann der Versammlung unserer Gesellschaft, welche damals in Jena tagte, einen hochinteressanten Versuch mit. Er hatte gefunden, dass Fleisch, welches in einem gewöhnlichen Luftstrom schon nach kurzer Frist in Fäulniss übergeht, sich wochenlang unverändert erhält, wenn der Luftstrom, ehe er mit dem Fleische in Berührung kommt, durch ein glühendes Rohr gestrichen ist. Fast gleichzeitig zeigte Franz Schulze, dass man zu ähnlichen Ergebnissen gelangt, wenn man die Luft, statt durch ein glühendes Rohr, durch concentrirte Schwefelsäure leitet. Die Schlussfolgerung, zu welcher diese Versuche führten, war eine sehr einfache. Das Fleisch geht nicht von selbst in Fäulniss über. Die Fäulniss wird durch die Keime von Organismen bedingt, welche aus der Luft hinzutreten und durch Glühhitze oder Schwefelsäure vernichtet werden können. Was aber für die Fäulniss galt, das musste sich für zahlreiche ähnliche Processe bewahrheiten. Die Weingährung insbesondere wurde von Schwann und Cagniard-Latour als die Wirkung einer Alge, des heute so gründlich erforschten Hefepilzes erkannt.

Die Versuche von Schwann und Schulze, welche ursprünglich nur den Zweck hatten, die Unhaltbarkeit der Annahme einer Urzeugung darzuthun, sollten schon bald den Anstoss zu einer Reihe höchst wichtiger Forschungen auf medicinischem Gebiete geben. Schon wenige

Jahre später (1840) sprach Henle mit erneuter Zuversicht die Ansicht aus, dass bei der Entstehung und Uebertragung von Infectionskrankheiten die Keime ähnlicher, in Luft und Wasser verbreiteter Mikroorganismen eine Rolle spielen. Das *Contagium animatum* der alten Aerzte war plötzlich wieder zu Ehren gekommen.

Es kann meine Aufgabe nicht sein, Schritt für Schritt den vielverschlungenen Forschungen zu folgen, welche der Anfangs unbeachtet gebliebenen, später mit Hartnäckigkeit bekämpften Ansicht von Henle schliesslich einen sicheren Boden gewonnen haben. Mächtigen Vorschub haben derselben zumal die wichtigen Untersuchungen Pasteur's geleistet, welche die den verschiedenen Gährungsprocessen zu Grunde liegenden Mikroorganismen zu unterscheiden gelehrt haben. Die der jüngsten Vergangenheit angehörigen epochemachenden Arbeiten von Robert Koch sind noch frisch in Aller Erinnerung. Es sind zumal die Untersuchungen Koch's und seiner Mitarbeiter, welche nicht nur den unwiderleglichen Beweis geführt haben, dass Infectionskrankheiten durch Mikroorganismen wirklich übertragen werden können, sondern auch im Stande gewesen sind, die einzelnen in diesen Krankheiten auftretenden Bakterien in bestimmter Weise zu charakterisiren. Nacheinander erscheinen der Bacillus von Milzbrand, Febris recurrens, Tuberculose, Rotz, Typhus und Diphtherie auf der Bildfläche, bis wir endlich dem höchsten Triumph der bakteriologischen Forschung, dem Kommabacillus der Cholera gegenüberstehen.

Die Bakteriologie hat, wie jede neue Wissenschaft, eine Reihe von Entwickelungsphasen durchlaufen. Die lange Zeit streitige Frage, ob unter verschiedenen Bedingungen auftretende Bakterien, wie die höheren pflanzlichen Organismen, bestimmte, unveränderliche Arten darstellen, ist jetzt Dank der Vervollkommnung des optischen Hülfsmittel, der Verbesserung des Verfahrens der Reinzüchtung, der Einführung der Bakterienfärbung — die Anilinfarben haben dabei eine nicht unwichtige Rolle gespielt, — in der Affirmative entschieden. Ebenso zweifelt heute Niemand mehr daran, dass wir in den Bakterien nicht etwa — wie man früher geglaubt hat — einfach die Begleiter, sondern die wirklichen Erreger von Krankheiten vor uns haben.

Ja selbst die lange völlig erfolglos gebliebenen Bestrebungen, durch Vernichtung der Bakterien im Organismus den Krankheiten die Spitze abzubrechen, dürften heute, nach Mittheilungen, welche der jüngste internationale Congress erbracht hat, nicht mehr so ganz aussichtslos wie ehedem erscheinen. Aber wenn sich diese Hoffnungen auch nicht so bald verwirklichen sollten, in einer Versammlung, in welchen das ärztliche Element so stark vertreten ist, brauche ich auf den Gewinn, welcher der Medicin und Gesundheitspflege aus dem Studium der Bakterien bereits erwachsen ist, kaum hinzuweisen. Die antiseptische Behandlung

der Krankheiten ist eine Frucht dieser Studien. Seit Einführung der Schutzpockenimpfung durch Jenner ist der Menschheit keine grössere Wohlthat zu Theil geworden, als diejenige, welche sie aus Lister's Händen empfangen hat. Der Lister'sche Verband in seinen verschiedenen Abstufungen, vom Carbolsäure-Sprühregen bis zur Beschränkung auf peinlichste Reinlichkeit, hat ungezählten Tausenden von Verwundeten das Leben erhalten, ganze Krankheitskategorien sind, — man könnte sagen — heute nahezu ausgestorben. Aber auch ganz abgesehen von diesen grossartigen Erfolgen, welche zu den schönsten Errungenschaften der modernen Forschung zählen, hat die bakteriologische Wissenschaft bereits zahlreiche Dienste geleistet. Niemand wird leugnen wollen, dass die Gegenwart über umfassende Hülfsmittel der Diagnose von Infectionskrankheiten gebietet, von denen eine nicht weit zurückliegende Vergangenheit keine Ahnung hatte, und dass wir heute, wenn Epidemien drohen, in der Lage sind, weit sicherer als ehedem die Nothwendigkeit prophylaktischer Maassnahmen zu erkennen und ihre Gestaltung zu bestimmen. Und die epochemachenden Ergebnisse der Pasteur'schen Versuche über die Hundswuth, welche einen neuen Gedanken in die Medicin hineingeworfen haben, gehören doch schliesslich gleichfalls in den Kreis der hier betrachteten Erscheinungen.

Allein auch die Volkswirthschaft hat aus der bakteriologischen Forschung bereits recht erhebliche Vortheile gezogen. Mit den erweiterten und vertieften Einblicken in das Wesen der Desinfection, welche sie vermittelt hat, stehen wir den verheerenden Seuchen, welche nur zu oft den Viehbestand unserer Landwirthe gefährden, weit besser gerüstet gegenüber. Ganze Heerden werden nicht mehr rücksichtslos geopfert, wenn wir die Ausbreitung der Krankheit auf dem Wege der Desinfection verhindern können. Wir verschwenden nicht mehr endlose Summen für Desinfectionsmittel, nachdem wir gelernt haben, mit wie geringem Aufwand häufig der beabsichtigte Zweck bereits erreicht wird. Auch die Conservirung der Nahrungsmittel ist in eine neue Phase eingetreten. Das Appert'sche Verfahren, seit mehr als einem halben Jahrhundert mit Erfolg geübt, aber ganz falsch gedeutet, ist plötzlich verständlich geworden. Die entwickelungshemmende, beziehungsweise keimtödtende Wirkung der Kälte, der Hitze, der chemischen Agentien ist klargelegt, und wir bedienen uns der einen oder der anderen Methode je nach den obwaltenden Umständen, je nach den erstrebten Zielen. Auch hier sind volkswirthschaftliche Erfolge von nicht zu unterschätzender Bedeutung zu verzeichnen. Dank der verbesserten Methode der Conservirung steht heute der Fleischreichthum einer anderen Hemisphäre der fleischbedürftigen Bevölkerung Europa's zur Verfügung. Aber die bakteriologische Forschung begnügt sich schon nicht mehr, nur den Aufgaben der Ernährung zu Hülfe zu kommen; schon beginnt sie bei der Herstellung auch unserer Genuss-

mittel eine Rolle zu spielen. Es ist bekannt, welche Dienste sie der Reinzucht der Bierhefe geleistet hat.

Auf keinem Gebiete der Naturwissenschaften sind grössere Fortschritte zu verzeichnen als auf dem der Physik, und Wer hier Umschau halten will, sieht sich, der Summe des Betrachtenswerthen gegenüber, sofort genöthigt, eine principielle Auswahl zu treffen. Es sollen daher hier mit Vorliebe nur diejenigen Ergebnisse der physikalischen Forschung ins Auge gefasst werden, welche der Gestaltung des modernen Lebens zu gute gekommen sind.

Während die Physiker noch im Anfange dieses Jahrhunderts emsig bestrebt waren, die Aeusserungen der Naturkräfte auf verschiedene, scharf auseinander zu haltende Imponderabilien zurückzuführen, hat sich die moderne Physik die Aufgabe gestellt, die Umwandlungsfähigkeit der einzelnen Kraftäusserungen in einander und somit die Einheit der physikalischen Kräfte zu erweisen.

Der erste dieser hypothetischen Stoffe, dessen Beseitigung gelang, war der Lichtstoff. Schon Huyghens hatte die Ansicht ausgesprochen, die Lichterscheinungen beruhten auf wellenförmigen Bewegungen eines unendlich dünnen elastischen Mediums, des sogenannten Lichtäthers. Die Gesammtheit der Physiker wandte sich aber der Lehre Newton's zu, welcher in dem Lichte einen feinen unwägbaren Stoff erblickte. Erst im Anfang unseres Jahrhunderts griff Thomas Young auf die fast verschollenen Huyghens'schen Anschauungen zurück, nachdem er mit seltenem Scharfblick gewisse Analogien zwischen Lichterscheinungen und Schallphänomenen wahrgenommen hatte, welche die Physiker heute mit dem Namen Interferenzerscheinungen bezeichnen. Er verwerthete diese akustischen Erfahrungen sofort für die Erklärung verschiedener optischer Erscheinungen, wie sie z. B. in dem Farbenspiele der Seifenblase auftreten.

Young machte bei der weiteren Verarbeitung seiner Ansicht über die Natur des Lichtes — welche man nunmehr unter dem Namen der Undulationstheorie zusammenfasste — als selbstverständlich die Voraussetzung, dass die Schwingungen des Lichtäthers longitudinale seien, d. h. in der Richtung der Strahlen stattfanden. In dieser Annahme lag eine Schwäche der Young'schen Theorie, welche zumal bei dem Versuche, die 1808 von Malus entdeckten und später von Arago, Brewster und Biot weiter verfolgten Polarisationserscheinungen zu erklären, in bedenklicher Weise zu Tage trat. Es war Fresnel vorbehalten, durch das Experiment sowohl als durch Rechnung den Nachweis zu führen, dass die Schwingungen der Lichtwellen transversale sein, d. h. senkrecht auf die Richtung des Strahles stattfinden müssen.

Erst durch diese Entdeckung war die letzte Schwierigkeit gehoben. Mit überraschender Leichtigkeit liessen sich nunmehr die complicirtesten optischen Erscheinungen erklären, ja sogar bis dahin unbekannte Thatsachen, wie die von Hamilton errechnete, von Lloyd experimentell erwiesene conische Refraction entdecken.

Die Veröffentlichung von Fresnel's bahnbrechenden Arbeiten erfolgte in den Jahren 1820 und 1821, und der entscheidende Schritt in der Entwickelung der Undulationstheorie fällt also ganz eigentlich mit der Stiftung der Gesellschaft deutscher Naturforscher und Aerzte zusammen. Der ganze bedeutsame Gewinn, welchen Wissenschaft sowohl als Leben der weiteren Ausbildung der Undulationstheorie verdanken, gehört somit dem Zeitraume an, welcher seit dem Stiftungsjahre unserer Gesellschaft verflossen ist.

Von den zahlreichen Errungenschaften, welche hier in Betracht kommen, ist keine nach den beiden angedeuteten Richtungen hin folgenreicher gewesen als die Spectralanalyse.

Die berühmte Beobachtung Newton's, dass das weisse Sonnenlicht bei seinem Durchgang durch ein Prisma statt des erwarteten runden, weissen Sonnenbildes einen langgestreckten, in den Farben des Regenbogens erglänzenden Streifen lieferte, welchem der erstaunte Beobachter den Namen „Gespenst der Sonne", Sonnenspectrum, beilegte, fällt in das Jahr 1701. Fast genau 100 Jahre später, 1802, fand Wollaston, dass das Sonnenspectrum kein continuirliches ist, sondern dass dasselbe durch eigenthümliche dunkle Streifen unterbrochen wird. In den Jahren 1814 und 1815 untersuchte Fraunhofer, von wesentlich praktischen Interessen geleitet, das Sonnenspectrum, welches er durch Brechung sowohl wie durch Beugung herstellte. Ihm war es um die Gewinnung fester Punkte zu thun, um mit möglichster Schärfe das Brechungsvermögen von Gläsern zu bestimmen, aus denen er achromatische Fernrohre herstellen wollte. Er fand, dass die von Wollaston beobachteten Streifen, deren er ungefähr 580 zählte, der Unveränderlichkeit ihrer Lage wegen seinen Zwecken vollständig entsprachen. Die deutlichsten derselben bezeichnete er mit den Buchstaben A bis H. Dieselben Streifen in derselben Lage fand er in dem Spectrum des Venuslichtes wieder, während er bei Beobachtung der Kerzenflamme durch ein Prisma eine helle gelbe Linie wahrnahm, welche an derselben Stelle auftrat, wo im Sonnenspectrum die von ihm mit D bezeichnete Linie liegt. Fraunhofer war nicht zweifelhaft darüber, dass es sich hier nicht, wie man zunächst wohl meinte, um eine subjective Beobachtung handle, sondern dass diese Streifen, in der Natur des Lichtes begründet, durch das Fehlen gewisser Wellen in dem durch das Prisma zerlegten Strahle bedingt seien.

Soweit das Thatsächliche, welches vor Begründung unserer Gesellschaft bekannt war.

Talbot, der im Jahre 1834 die Spectren der durch verschiedene Salze gefärbten Flammen untersuchte, erkannte in den hellen Linien derselben charakteristische Merkmale der verdampfenden Salze, während Brewster in den dunklen Streifen, welche infolge der Absorption gewisser Lichtstrahlen durch gefärbte Gase in dem Spectrum des Sonnenlichtes auftreten, für den optischen Nachweis dieser Gase weitere Kennzeichen erbrachte. Brewster sprach bereits die Ansicht aus, die Fraunhofer'schen Linien müssten durch Absorption entstanden sein. Miller kam der Enträthselung des Geheimnisses schon etwas näher, als er im Jahre 1845 beim Durchleiten des Sonnenlichtes durch gefärbte Flammen in dem so erhaltenen Spectrum dunkle Linien erblickte; ebenso Swan, der feststellte, dass die helle D-Linie nur durch Natrium hervorgebracht werden konnte. Angström bemerkte 1855, dass die Verbindungen der Metalle in dem Davy'schen Flammenbogen dieselben Linien geben wie die Metalle selbst, und 1858 entdeckte Plücker bei der Untersuchung der in Geissler'schen Röhren zum Glühen gebrachten Gase die für dieselben charakteristischen hellen Linien.

Noch aber fehlte das Gesetz, welches alle diese richtig beobachteten Erscheinungen unter einen einheitlichen Gesichtspunkt zu bringen erlaubte. Im October des Jahres 1859 — merkwürdig genug, desselben Jahres, in welchem Darwin's Buch erschien — machte Gustav Kirchhoff der Berliner Akademie die Mittheilung, dass er im Verein mit Bunsen in dem Spectrum des Sonnenlichtes, welches durch eine Kochsalzflamme gegangen war, die dunkle D-Linie mit viel grösserer Deutlichkeit als in dem Spectrum des direkten Sonnenlichtes und zwar an derselben Stelle beobachtet habe, wo das Spectrum der Natriumflamme eine gelbe Linie zeigte.

Die beiden Linien waren also die Umkehrungen von einander, und es konnte keinem Zweifel mehr unterliegen, dass die D-Linie im Sonnenspectrum durch Absorption der gelben Strahlen bei Durchgang durch die Sonnenatmosphäre hervorgerufen werde, dass also die Sonnenatmosphäre Natriumdampf enthalten muss.

Dieser Schluss erhielt schon wenige Monate später, im December 1859, eine weitere Unterlage, als Kirchhoff mit aller Schärfe sein berühmtes Gesetz aufstellen konnte, nach welchem für Strahlen von derselben Wellenlänge bei derselben Temperatur das Verhältniss des Emissionsvermögens zum Absorptionsvermögen für alle Körper dasselbe ist.

Wieder einige Monate später theilten Kirchhoff und Bunsen mit, dass es ihnen gelungen sei, die Spectren von Kalium, Calcium, Strontium und Barium in derselben Weise umzukehren, wie sie die Umkehrung des Natriumspectrums bewerkstelligt hatten; schliesslich vermochten sie als Hauptergebniss ihrer langen und mühevollen Untersuchungen den fundamentalen Satz auszusprechen, dass die Verschiedenheit der Verbin-

dungen, in denen die Metalle zur Anwendung kommen, die Mannichfaltigkeit der Processe und die enormen Temperaturunterschiede in den verschiedenen Flammen auf die Spectrallinien keinerlei Einfluss ausüben, so dass dieselben die untrüglichsten Mittel zur Auffindung selbst der geringsten Spuren der Metalle abgeben.

Mit der Auffindung der Spectralanalyse hatten sich die Thore einer ungeahnten Welt geöffnet, durch welche die Chemiker nicht zögerten, einzudringen, um alsbald der Wissenschaft neue Gebiete zu erobern. Schon im Jahre 1861 entdeckten Bunsen und Kirchhoff mit Hülfe der von ihnen geschaffenen Methode in der Dürkheimer Soole ein neues Alkalimetall, das Caesium, dem sich ein Jahr später das Rubidium anschloss. In demselben Jahre fand auf demselben Wege Crookes in dem Selenschlamm der Schwefelsäurefabrik von Tilkerode das Thallium, später Reich in der Freiberger Zinkblende das Indium und Anfangs der 70er Jahre Lecoq de Boisbaudran das Gallium.

Bald wurde das Spectroskop ein für die wissenschaftliche Forschung, wie für die Technik unentbehrliches Instrument. Dem Arzt ist heute das Auftreten der für das Kohlenoxyd charakteristischen Absorptionsstreifen im Spectrum ein zuverlässiger Nachweis für die Gegenwart dieses Gases im Blute, während das Verschwinden der dem Kohlenoxyd eigenthümlichen grünen Linien in dem Spectrum des aus der Bessemerbirne hervorbrechenden Flammenkegels dem Stahlfabrikanten den Moment der vollständigen Entkohlung des Eisens zu erkennen giebt.

Siegreich drang die chemische Analyse in die unermesslichen Räume des Weltalls ein. Kirchhoff zeigte durch seine grosse Untersuchung des Sonnenspectrums, dass nicht weniger als zehn terrestrische Elemente, unter ihnen Natrium, Eisen, Quecksilber, Silber und Gold in der Sonnenatmosphäre enthalten sein müssen.

Gelegentlich der totalen Sonnenfinsterniss vom 12. August 1868 erkannten Rayet, A. Herschel, Tennant und Janssen, dass die Protuberanzen aus glühendem Wasserstoff bestehen. Auch bei der spectralanalytischen Untersuchung des Lichtes der Fixsterne, um die sich Huggins und Miller in England, Secchi in Rom und H. C. Vogel in Deutschland besondere Verdienste erworben haben, wurde eine ganze Reihe von terrestrischen Elementen, besonders Natrium und Magnesium, aufgefunden. Dass sich die Spectralanalyse in der Hand der zuletzt genannten Forscher bequemt hat, bei dem Studium auch der Bewegungen der Gestirne Dienste zu leisten, ist bereits flüchtig angedeutet worden.

Gleichwie das Ohr nur Wellen von bestimmter Schwingungsdauer als Schall aufnehmen kann, so empfindet der Sehnerv als Licht nur solche Schwingungen, deren Dauer in den geeigneten Grenzen liegt. Sind die Schwingungen langsamer als die des rothen Lichtes, so em-

pfinden wir sie als Wärme, während sich uns die unsichtbaren Wellen von kürzerer Schwingungsdauer, als die des violetten Lichtes, noch durch ihre chemischen Wirkungen verrathen. Schon im Anfang des Jahrhunderts (1802) hatten Wollaston und Ritter unabhängig von einander die chemischen Wirkungen der ultravioletten Strahlen, die sich zumal durch die Bräunung des Chlorsilbers zu erkennen gaben, entdeckt. Auf diese Beobachtung gestützt hatten Wedgwood und Davy versucht, mit Hülfe des Lichtes Silhouetten hervorzubringen. Der erfolgreiche Anbau dieses Gebietes der Forschung, auf welchem so ganz unerwartete Ernten erzielt werden sollten, begann aber erst bald nach Stiftung unserer Gesellschaft. Seit Mitte der 20er Jahre hatten sich Daguerre und Niepce der Aeltere mit Versuchen beschäftigt, mit Hülfe der chemischen Wirkung des Lichtes auf chlorirten Silberplatten Bilder zu erzeugen. Ihre Versuche waren jedoch erst 1839 weit genug gediehen, um in dem nach dem Ueberlebenden der beiden Forscher benannten Verfahren der Daguerrotypie eine praktische Verwerthung zu finden. Noch in demselben Jahre entstanden in Talbot's Händen die ersten Photographien auf Chlorsilberpapier, und nicht ganz ein Jahrzehend später erfand Niepce de St. Victor das noch heute gebrauchte Verfahren zur Herstellung von Negativen auf mit Collodium präparirten Glasplatten.

Die Mannichfaltigkeit der Modificationen, in denen dieses Verfahren zur Ausführung gelangt, die bewundernswerthe Ausbildung desselben, welche in der Erzeugung von Augenblicksbildern gipfelt, endlich die ungeahnte Vollendung, zu welcher sich der der Photographie entsprossene Lichtdruck bereits entfaltet hat, können hier nur angedeutet werden. Eben so muss ein einfacher Hinweis auf die Anwendungen der Photographie genügen, welche sich bereits bis ins Unendliche verzweigt haben. Der wichtigen Verwerthung, welche dieselbe in Verbindung mit der Spectralanalyse erst neuerdings noch für die Zwecke der Astronomie gefunden hat, ist schon gedacht worden.

Dass die Wellen, welche dem ultrarothen Theile des Spectrums entsprechen, im Wesentlichen Wärmestrahlen sind, war bereits im Anfange des Jahrhunderts von Sir William Herschel entdeckt worden. Schon viel früher hatten die Versuche von Pictet die Möglichkeit der Reflexion der Wärmestrahlen nachgewiesen. Die grossen Untersuchungen, welche die Analogie der Licht- und Wärmestrahlen nach allen Richtungen kennen lehrten, fallen aber erst in die 30er Jahre. 1834 erschien die berühmte Abhandlung Melloni's über die Brechbarkeit der Wärmestrahlen, ein Jahr später die über ihre Polarisirbarkeit, welche von Forbes schon früher angedeutet worden war. Angesichts dieser Versuche, die später von Knoblauch bestätigt und insofern erweitert

wurden, als er auch die Beugung der Wärmestrahlen kennen lehrte, und unter dem Einflusse des inzwischen entschiedenen Sieges der Undulationstheorie liess sich die Vorstellung von der Existenz eines Wärmestoffes nicht länger festhalten; das Fortschreiten der Wissenschaft drängte unaufhaltsam zu der Annahme, dass die Wärme wie das Licht durch periodische Bewegungen hervorgerufen werde. Wenn gleichwohl noch irgend welche Zweifel geblieben waren, so hätten sie durch den gewaltigen Umschwung, welchen die Auffassungen der Naturforscher gegen die Mitte des Jahrhunderts erfuhren, beseitigt werden sollen. Dass Bewegung in Wärme überführbar sei, hatten die Versuche von Benjamin Thompson, dem späteren Grafen Rumford, zumal auch diejenigen Sir Humphry Davy's schon frühzeitig in unwiderleglicher Weise dargethan; allein erst im Jahre 1842 erfolgte der auf diese Beobachtungen begründete mächtige Vorstoss gegen die alte Wärmetheorie durch den Arzt Robert Mayer.

Grundlagen seiner Deduction waren der Satz vom zureichenden Grunde, sowie die beiden Axiome, dass Erschaffen — „Nichts aus Nichts" — und Zerstören — „Nichts zu Nichts" — unmöglich seien. Da man nun bei der scheinbaren Zerstörung von Bewegungsenergie durch Druck, Stoss oder Reibung ausnahmslos eine Wärmewirkung beobachtet, so kann dieselbe durch nichts Anderes bedingt sein, als durch den Uebergang von Massenbewegung in moleculare Bewegung. Mit bewundernswerthem Scharfsinn erkannte er bereits, dass bei der scheinbaren Zerstörung einer und derselben Energiegrösse, welcher Art immer, dieselbe Wärmemenge auftreten muss, und er berechnete nach einer vollkommen einwurfsfreien Methode, dass sich bei dem Verschwinden der Energiegrösse, welche bei dem Heben von 1 kg auf die Höhe von 365 m verbraucht wird, 1 Calorie entwickelt, d. h. eine Wärmemenge, welche zur Erwärmung von 1 kg Wasser um 1 Grad der hunderttheiligen Skala ausreicht. In einer späteren Abhandlung hat er, auf Grund der inzwischen bekannt gewordenen genaueren Bestimmungen der seiner Rechnung zu Grunde liegenden Daten, den obigen Werth zu 425 m corrigirt.

Robert Mayer erschloss durch rein theoretische Betrachtungen die Aequivalenz zwischen Wärme und Energie; Joule, der, ohne von Mayer's Arbeit zu wissen, im Jahre 1843 die Veröffentlichung seiner Experimentaluntersuchungen begann, betrat den entgegengesetzten Weg. Ihm war in erster Linie darum zu thun, auf Grund directer Messungen unter möglichst mannichfachen Verhältnissen zahlenmässig nachzuweisen, dass, wo eine Energiegrösse, welcher Beschaffenheit immer, scheinbar verschwindet, ein und dieselbe Wärmegrösse auftritt. Dieser Nachweis gelang ihm in der That, und er fand als Endergebniss seiner mit unerschöpflichem Erfindungsgeist und unverwüstlicher Ausdauer durchgeführten Untersuchungen das Wärmeäquivalent der in 1 kg durch den Hub auf 1 m

aufgespeicherten Energiemenge, d. h. 1 Kilogrammmeters, zu $\frac{1}{424,9}$ Calorie, eine Zahl, die, wie man sieht, mit der Mayer'schen fast übereinstimmt.

Joule war bemüht den Schlüssen aus seinen Versuchen eine möglichst breite Unterlage zu geben, indem er recht verschiedenartige Energieformen in Wärme überführte. Die Versuche über die Beziehungen zwischen der in einem Draht durch Leitungswiderstand scheinbar vernichteten elektrischen Energie und der in demselben entwickelten Wärmemenge bilden die Grundlage seines bekannten Gesetzes über die galvanische Erwärmung der Drähte. Bekanntlich hat Middeldorpf, wie hier beiläufig bemerkt werden mag, die Möglichkeit, Drähte mit Hülfe des elektrischen Stromes in's Glühen zu bringen, zur Herstellung seiner galvanokaustischen Schlinge benutzt, welche in der Chirurgie umfangreiche Verwerthung findet.

So ungetheilten Beifall Robert Mayer's theoretische Betrachtungen und Joule's Experimentaluntersuchungen als solche fanden, so war man doch noch immer weit davon entfernt, die letzte Consequenz derselben, die Immaterialität der Wärme und die Ueberführbarkeit der Kräfte ineinander allgemein anzuerkennen, so dass, als Helmholtz 1847 in seiner seitdem berühmt gewordenen Abhandlung „Ueber die Erhaltung der Kraft" diese Consequenzen in streng mathematischer Form gab, und hiermit den stolzen Bau der modernen Physik auf unerschütterlicher Basis begründete, „sich," wie er sagt, „Niemand, ausser Jacobi, dem Mathematiker, seiner annahm", und die Arbeit zunächst fast als ein Schlag ins Wasser betrachtet werden musste. Erst als Clausius und Sir William Thomson durch ihre Untersuchungen den Nachweis erbrachten, dass alle bis dahin bekannten Erscheinungen in der Annahme, die Wärme sei wie das Licht eine Art von Bewegung, ihre einfachste und schärfste Erklärung finden, mussten die Parteigänger der alten Theorie allmählich ihren Widerstand aufgeben.

Jeder Vorgang, bei welchem die Energie vermehrt wird, muss von einer Absorption von Wärme begleitet sein, während umgekehrt jede Verminderung der Energie eine Wärmeentwickelung zur Folge haben muss. Wird Luft comprimirt, so bedingt die elastische Gegenwirkung der Gasmasse den Aufwand einer äusseren mechanischen Arbeit, der eine entsprechende Wärmeentwickelung herbeiführt, welche sich in dem bekannten pneumatischen Feuerzeuge bis zur Entzündung des Schwammes steigern kann. Dehnt sich alsdann die comprimirte Luft wieder aus, leistet also die Gasmasse bei Ueberwindung des auf ihr lastenden Druckes Arbeit, so muss eine äquivalente Wärmemenge verschwinden; daher die Abkühlung bei dem Ausströmen der in einem Cylinder comprimirten Luft, welche bereits 1788 von Erasmus Darwin, dem Grossvater des

berühmten Naturforschers, beobachtet wurde. Ebenso muss der Uebergang aus dem flüssigen in den gasförmigen Zustand, der eine bedeutende Vermehrung der Energie der Molecule bedingt, von einer Wärmeabsorption begleitet sein. Jeder von uns hat die empfindliche Kälte beim Verdampfen des Wassers auf der Oberfläche der Haut verspürt. Bekanntlich wird diese Verdunstungskälte des Wassers in südlichen Gegenden zur Abkühlung des Trinkwassers in porösen Thongefässen, den sogenannten Alcarazas, in Indien sogar zur Bereitung künstlichen Eises benutzt. Auch die bekannte Carré'sche Eismaschine beruht auf der Wärmeabsorption infolge der Verdunstung von verflüssigtem Ammoniakgas.

Ist nun aber die Wärme eine Art der Bewegung, so müssen sich die kleinsten Theilchen, aus denen wir uns die Materie zusammengesetzt denken, in einem Zustande unausgesetzter Bewegung befinden, da ja allen Körpern ein grösserer oder kleinerer Wärmeinhalt eigenthümlich ist. Diese auf den ersten Blick paradox erscheinende Folgerung führte bei ihrer Anwendung auf Gase durch Krönig, Clausius, Boltzmann, Maxwell u. A. zu der sogenannten kinetischen Gastheorie, welche alle Eigenschaften der Gase, nicht allein qualitativ sondern auch quantitativ, vorherzubestimmen gestattet.

Durch die Annahme, dass sich die kleinsten Theilchen eines Gases in ununterbrochener Bewegung befinden, war nun aber auch für die merkwürdigen, schon von Berthollet und Dalton beobachteten Erscheinungen, für welche Graham später den Namen Diffusionserscheinungen vorschlug, eine ungezwungene Erklärung gegeben. Dalton hatte gefunden, dass, wenn man Luft über Kohlensäure schichtet, nach einigen Stunden eine nahezu vollständige Mischung der beiden Gase eingetreten ist, ohne dass der Druck oder die Temperatur sich geändert hätte. Die schwere Kohlensäure hatte sich also, der Gravitation entgegen, nach oben bewegt. Graham fand dann später, dass diese Mischung der Gase auch durch ein poröses Diaphragma hindurch von statten geht, und beobachtete, dass die Wanderungsgeschwindigkeit eines jeden Gases der Quadratwurzel seines Moleculargewichtes annähernd umgekehrt proportional ist. Dieses Gesetz gilt, wie besonders von Lohschmidt hervorgehoben worden ist, mit voller Strenge, wenn die Gase ohne Intervention eines Diaphragma's in einander diffundiren. Auf die Erkenntniss des Diffussionsgesetzes hat Ansell einen sinnreichen Apparat gegründet, welcher das Heranziehen schlagender Wetter in den Stollen einer Kohlengrube auf grosse Entfernungen hin verkündet.

Auch zwischen heterogenen Flüssigkeiten finden ganz ähnliche Diffusionserscheinungen statt, wie Nollet, Parrot, Dutrochet und Fischer bereits frühzeitig gefunden hatten. Dutrochet hatte in der That schon die beiden entgegengesetzten Strömungen unzweifelhaft erkannt. Graham

entdeckte 1854 den Unterschied zwischen Colloid- und Krystalloidsubstanzen und zeigte, dass eine Schicht von Colloidsubstanz nur für Krystalloidsubstanz durchlässig ist, so dass eine vollständige Trennung beider Körperklassen durch Diffusion möglich ist. Robert hat auf diese wichtige Beobachtung seine Methode zur Gewinnung von Zucker aus Rübenschnitzeln begründet. Die Zellwandungen bestehen aus Colloidsubstanzen, so dass bei der Behandlung der Rübenschnitzel mit Wasser von 50° nur der krystalloide Zucker durch dieselben diffundirt, die colloiden Substanzen des Zellinhaltes dagegen zurückgehalten werden.

Während, wie wir gesehen haben, für Licht und Wärme der Nachweis gelungen war, dass sich die Wirkungen beider auf Bewegungserscheinungen zurückführen lassen, hatte man sich bislang vergeblich bemüht, elektrische und magnetische Erscheinungen in ähnlicher Weise zu erklären. Die Lösung auch dieses Problems sollte nicht allzulange auf sich warten lassen.

Als sich die Gesellschaft zum ersten Male in Leipzig versammelte, standen die Naturforscher unter dem Eindrucke einer grossen Entdeckung. Der berühmte Versuch Oersted's, welcher zuerst die Wirkung des elektrischen Stromes auf die Magnetnadel mit Bestimmtheit nachwies, war seit zwei Jahren bekannt. Ampère hatte bereits seine vielbenutzte Regel gegeben, welche die Ablenkung der Nadel durch einen beliebig gerichteten Strom vorherbestimmen lässt, auch stand den Physikern bereits in dem von Schweigger und Poggendorff construirten Multiplicator ein Instrument zur Verfügung, welches ihnen gestattete, die schwächsten Ströme zu erkennen und die Stärke jedweden Stromes zu messen.

Es kann nicht Wunder nehmen, dass der Oersted'sche Versuch mit seinen Consequenzen in den nächsten Jahren Lieblingsgegenstand der physikalischen Forschung wurde. Ampère hatte sofort die Proportionalität zwischen Ablenkung der Nadel und Intensität des Stromes erkannt, und bereits im Jahre 1827 war Georg Simon Ohm im Stande, das nach ihm benannte Gesetz für die Intensität elektrischer Ströme aufzustellen, welches für die Entwickelung der Elektricitätslehre und für die Verwerthung der Elektricität im Dienste des Lebens von solcher Bedeutung geworden ist.

Angesichts der Möglichkeit, den elektrischen Strom auf grosse Entfernungen hinzuleiten, war mit der Oersted'schen Entdeckung der Ablenkung der Magnetnadel durch den Strom auch der Gedanke gegeben, den elektrischen Strom als Vermittler von Signalen zu benutzen. Auch hat es nicht an zahlreichen in diesem Sinne angestellten Versuchen gefehlt. Allein es sind doch nicht weniger als 13 Jahre vergangen, ehe

dieser Gedanke seine Verwirklichung gefunden hat. Im Jahre 1833 legten zwei deutsche Gelehrte, Friedrich Gauss und Wilhelm Weber — den Letztgenannten sind wir glücklich, noch unter den Lebenden zu wissen — den ersten elektrischen Telegraphen.

Ich kann mir nicht versagen, die Worte hier wiederzugeben, in welchen Gauss von dieser bedeutungsvollen Episode in der Geschichte der menschlichen Erkenntniss Mittheilung macht. In einem am 8. November 1833 von Gauss an seinen Freund Olbers in Bremen gerichteten Briefe heisst es:

„Ich weiss nicht, ob ich Ihnen schon früher von einer grossartigen Vorrichtung, die wir gemacht haben, schrieb: Es ist eine galvanische Kette zwischen der Sternwarte und dem physikalischen Kabinet durch Drähte in der Luft über die Häuser weg, oben über den Johannisthurm hinauf und wieder herab gezogen. Die ganze Drahtlänge wird etwa 8000 Fuss sein. An den beiden Enden ist sie mit einem Multiplicator verbunden. Ich habe eine einfache Vorrichtung ausgedacht, wodurch ich augenblicklich die Richtung des Stromes umkehren kann, die ich einen Commutator nenne.

Wir haben die Vorrichtung bereits zu telegraphischen Versuchen gebraucht, die mit ganzen Worten und einfachen Phrasen sehr gut gelungen sind. Ich bin überzeugt, dass unter Anwendung von hinlänglich starken Drähten auf diese Weise auf einen Schlag von Göttingen nach Hannover oder von Hannover nach Bremen telegraphirt werden kann."

Es kann nicht meine Aufgabe sein, die Entwickelung der Telegraphie, für welche in der Vorrichtung der Göttinger Gelehrten der Ausgangspunkt gegeben war, im Einzelnen zu verfolgen. Nur bei einigen ganz besonders wichtigen Etappen dürfen wir einen Augenblick anhalten. Indem er die Gauss und Weber'schen Versuche fortsetzte, gelang es Steinheil in München, die Zeichen der Nadel zu fixiren; er machte überdies die wichtige Beobachtung, dass man die Rückleitung des Stromes durch die Erde besorgen lassen kann. Nun folgen grosse und schwerwiegende Verbesserungen in der Anordnung der Apparate, bei denen Wheatstone sowie Siemens und Halske in erster Linie genannt werden müssen. 1835 construirte Morse seinen Schreibtelegraphen, der im Jahre 1844 zum ersten Male zwischen Washington und Baltimore functionirte. Am 28. August 1856 wurde das erste, 6 Meilen lange Kabel zwischen Dover und Calais versenkt. Das Kabel riss allerdings schon nach wenigen Tagen, allein ein zweiter Versuch im September des nächsten Jahres erzielte einen vollständigen Erfolg; London und Paris waren von diesem Augenblicke an telegraphisch verbunden. Von da ab erscheint ein submarines Kabel nach dem anderen, und im Jahre 1865 gelingt der grosse Wurf: die erste elektrische Botschaft — ein Gruss des Präsidenten

der Vereinigten Staaten an die meerbeherrschende Königin — durcheilt den atlantischen Ocean.

Nachdem für das geschriebene Wort die Schranke des Raumes gefallen war, durfte man sich der Hoffnung hingeben, dass auch das gesprochene dereinst über weite Entfernungen hinaus erklingen werde. In der That begegnen wir auch zu verschiedenen Zeiten eifrigen Versuchen, diese Aufgabe zu lösen; allein erst während der letzten Jahrzehende hat sich die Elektricität bequemt, auch in den Dienst des mündlichen Verkehrs zu treten. Zu dem Ende musste sich aber Oersted's Entdeckung der Ueberführung von Elektricität in Magnetismus noch eine andere, nicht minder wichtige gesellen, die der Erzeugung elektrischer Ströme durch Magnetismus, welche Faraday vorbehalten war. Im Verlauf seiner bereits angedeuteten Experimentaluntersuchungen hatte Ampère gefunden, dass sich eine elektrische Strombahn wie ein Magnet verhält, und dass eine von einem Strom durchflossene Drahtspirale in allen ihren Wirkungen einem in der Axe derselben befindlichen Magneten gleichzusetzen ist. Hieraus hatte er die Identität des Magnetismus mit der Elektricität erschlossen, eine Schlussfolgerung, gegen welche seine Zeitgenossen, zumal auf Biot's und Arago's Autorität gestützt, sich ablehnend verhalten hatten. Nur Faraday, schon längst von der Einheit der Naturkräfte überzeugt, glaubte den Ansichten Ampère's beipflichten zu müssen und suchte nun seinerseits die Richtigkeit derselben durch das Experiment zu beweisen. Dies gelang ihm nach vielen fruchtlosen Versuchen, indem er beobachtete, dass bei Annäherung eines Magnetpoles an eine mit einem Multiplicator verbundene Drahtspirale ein Zucken der Nadel das momentane Auftreten eines elektrischen Stromes in der Spirale anzeigt, und dass die Nadel bei Entfernung des Poles einen entgegengesetzten Strom zu erkennen giebt. Lässt man also vor einer Drahtspirale einen Magneten schwingen, so muss in der Spirale eine Reihe einander ablösender Ströme auftreten, deren Richtung sich ändert, je nachdem der Magnet sich der Spirale nähert oder sich davon entfernt. Faraday nannte diese Ströme, die er im Anfang der 30er Jahre entdeckte, inducirte Ströme.

Es war eine glückliche Verwerthung des Faraday'schen Versuches, welche — allerdings nahezu ein halbes Jahrhundert später — in den Händen Graham Bell's das Telephon ins Leben rief. Indem er vor der Drahtspirale statt der Magnetnadel ein dünnes magnetisches Eisenblättchen schwingen liess, erregte er in der Spirale dieselbe Reihenfolge inducirter Ströme, und indem er diese Ströme in eine zweite Spirale leitete, vor welcher sich ein gleiches dünnes Eisenblättchen befand, wurde dieses Blättchen umgekehrt durch die Wirkung des Stromes in Schwingungen, und zwar in Schwingungen derselben Art, versetzt. Waren die Schwin-

gungen des ersten Blättchens durch die Schallwellen des gesprochenen Wortes erzeugt worden, so gab das zweite Blättchen dieselben Schallwellen wieder.

Jedermann weiss, dass uns das Telephon bereits ein fast unentbehrlicher Hausgenosse geworden ist und wie seine weitere in unserem Vaterlande zumal sich rasch vollziehende Ausbreitung, mit den die Lüfte allseitig durchkreuzenden Drahtzügen, den Städten eine neue Physiognomie zu ertheilen beginnt.

Angesichts des mächtigen Einflusses, welchen die Elektricität auf das moderne Verkehrswesen geübt hatte, schien es nicht unwahrscheinlich, dass sich diese Kraft auch zu anderen Dienstleistungen herleihen werde. Schon im Anfange des Jahrhunderts hatte Sir Humphry Davy bei Versuchen mit der grossen Batterie, welche infolge der Entdeckung der Alkalimetalle von seinen Bewunderern construirt worden war, den Flammenbogen beobachtet, welcher den Uebergang der mit dieser Batterie erzeugten starken Ströme zwischen Holzkohlespitzen begleitet. Der Gedanke lag nahe, diese Erscheinung für die Zwecke der Beleuchtung auszubeuten. Für diese Bestrebungen zeigten sich aber die bislang verfügbaren Elektricitätsquellen der Batterien vollkommen unzulänglich, und es war somit die Aufgabe gestellt, starke elektrische Ströme auf billigere, bequemere und minder belästigende Weise zu gewinnen. Auch in dieser Richtung war Faraday durch seine Entdeckung der Inductionsströme Pfadfinder. Wir erinnern uns, dass in einer Drahtspirale Ströme inducirt werden, wenn man vor derselben einen Magnet hin- und herbewegt; es ist hier also ein Mittel gegeben, die für die Bewegung der Magnetnadel verbrauchte mechanische Arbeit als elektrische Energie wiederzugewinnen. Es liegt auf der Hand, dass umgekehrt die Bewegung einer Spirale vor einem feststehenden Magneten denselben Erfolg haben muss. Diesen Gedanken verwerthete Stöhrer im Anfange der 40er Jahre bei der Construction seines Magnetinductoriums, welches insbesondere für die Erzeugung des elektrischen Flammenbogens verwendet wurde. Die älteren unter meinen Zuhörern erinnern sich vielleicht noch des Staunens, mit welchem sie bei den ersten Aufführungen des Meyerbeer'schen Propheten die Sonne hinter dem Lager der Wiedertäufer von Münster aufgehen sahen. Dieser Sonnenaufgang wurde durch fleissige Umdrehung der Stöhrer'schen Maschine hinter den Coulissen bewerkstelligt.

Die Anwendung dieser Maschinen blieb aber eine sehr beschränkte, weil man die Grösse der Magnete nicht über eine gewisse Grenze steigern konnte, und diese Magnete überdies allmählich ihre Kraft einbüssten. Diesen Uebelstand suchte Werner Siemens zu beseitigen, und es ist ihm dies in bewundernswerther Weise gelungen.

Mit dem Eintreten unseres berühmten Landsmannes in diese Bestre-

bungen beginnt eine neue Aera für die Elektricität, die Aera der Elektrotechnik. Der Industrie, welche zur Zeit, als unsere Gesellschaft gegründet wurde, ausschliesslich unter dem Zeichen des Dampfes gestanden hatte, war eine neue Kraftäusserung zugewachsen. Wir haben die Schwelle des Jahrhunderts der Elektricität überschritten.

Werner Siemens hatte den glücklichen Gedanken, auf die bei kleinerem Umfang und Gewicht ungleich stärkeren Elektromagnete zurückzugreifen. Da alle Eisensorten immer noch schwach magnetisch sind, so genügte es, die Spirale vor einem beliebigen Stück Eisen rotiren zu lassen, um einen schwachen inducirten Strom in der Spirale zu erhalten. Leitet man diesen inducirten Strom um das gedachte Stück Eisen, so verwandelt sich dasselbe in einen Elektromagneten, welcher nun seinerseits auf die Spirale wirkt und den Inductionsstrom verstärkt. Der verstärkte Inductionsstrom steigert die Kraft des Magneten, Folge davon eine erneute Vermehrung der Intensität des inducirten Stromes, — und so müsste der Theorie nach durch die wechselseitige Verstärkung des Elektromagneten und des Inductionsstromes die Intensität des letzteren bis ins Unendliche wachsen. Durch diese ebenso sinnreiche wie einfache Anordnung war das Problem, durch Umsatz von mechanischer Energie kräftige Ströme relativ billig zu erzeugen, principiell gelöst, der praktischen Verwerthung der so gewonnenen Maschinen, welchen Siemens den Namen Dynamomaschinen beilegte, stellten sich indessen wegen der auf- und abwogenden Intensität der von ihr gelieferten Ströme noch Hindernisse in den Weg. Erst als Pacinotti und Gramme den von Siemens gewählten hufeisenförmigen Elektromagneten durch einen ringförmigen ersetzten, gelang es, Ströme von genügend constanter Intensität zu erzielen.

Nunmehr war es möglich, mit Hülfe des Davy'schen Flammenbogens ein continuirliches Licht zu gewinnen. Der Benutzung dieses Bogenlichtes zur Beleuchtung grösserer Räumlichkeiten, zumal von Strassenzügen, ebneten Jablochkoff und Siemens durch das von ihnen aufgefundene Verfahren der Stromvertheilung den Weg.

Einen weiteren grossen Fortschritt in der elektrischen Beleuchtung verdanken wir den Bemühungen der Mechaniker, welche, wie Edison, Swan u. A., den kühnen und auf den ersten Blick fast aussichtslosen Gedanken verwirklichten, Kohlefäden in luftleeren Räumen elektrisch erglühen zu lassen und auf diese Weise ein „Glühlicht“ herzustellen, welches dem Gaslicht gegenüber den Vortheil bietet, dass es nur wenig Wärme entwickelt und die Atmosphäre unverändert lässt.

Ganz besondere Hoffnungen knüpfte man an die Möglichkeit, mit Hülfe der Dynamomaschinen Kräfte nach allen Seiten hin zu übertragen, indem man durch eine disponible Kraft, durch ein Wassergefälle z. B., eine Dynamomaschine in Thätigkeit setzte und den von dieser gelieferten

Strom durch Kabel zu einer zweiten, beliebig entfernt davon aufgestellten Dynamomaschine leitete, welche durch Aufnahme des von der ersten gelieferten Stromes in Rotation versetzt werden und somit an einem von der ursprünglichen Kraftquelle entfernten Orte Arbeit leisten sollte. Ueberall, wo billige Kräfte zur Verfügung stehen, so dass der durch Erwärmung der Drähte bedingte Energieverlust nicht allzuschwer ins Gewicht fällt, ist dieses Problem in erwünschter Weise gelöst worden. Die berühmte Waffenfabrik von Werndl in Steyer arbeitet fast ausschliesslich mit den dort verfügbaren Wasserkräften, welche ihr durch elektrische Uebertragung zugeführt werden. Ebenso ist bereits ein Theil des Rheinfalls für die Arbeiten einer grossen metallurgischen Anlage in Neuhausen dienstbar geworden. Seit geraumer Zeit trägt man sich mit dem Gedanken, den enormen Energievorrath, welcher in dem Niagara nutzlos vergeudet wird, mit Hülfe von Dynamomaschinen in den Dienst der Industrie zu stellen. Schon sind Versuche im Gange, welche die baldige Verwirklichung dieses Gedankens in sichere Aussicht stellen. Auf die Wichtigkeit der Lösung dieser Angabe braucht, angesichts der Möglichkeit eines Mangels an Kohle oder selbst nur einer unregelmässigen Förderung derselben nicht besonders hingewiesen zu werden.

In den 20er Jahren waren chemische Wirkungen des elektrischen Stromes bereits allgemein bekannt. Schon im Anfange des Jahrhunderts hatten Carlisle und Nicholson die Zerlegung des Wassers in seine gasförmigen Bestandtheile bewerkstelligt; einige Jahre später war Sir Humphry Davy der denkwürdige Versuch gelungen, zwei bis dahin unbekannt gebliebene metallische Elemente aus den Alkalien abzuscheiden. Im Anschluss an diese grundlegenden Beobachtungen hatten sich die Erfahrungen über die Zerlegung chemischer Verbindungen von Tag zu Tag gemehrt; das Gesetzmässige aber in der Mannichfaltigkeit dieser Erscheinungen ist erst im Anfange der 30er Jahre von Faraday erfasst worden, indem er nachwies, dass bei der elektrischen Zersetzung, — bei der Elektrolyse, wie er den Vorgang nannte, — verschiedener Salze gleich starke elektrische Ströme in gleichen Zeiträumen äquivalente Mengen der Salze in ihre näheren Bestandtheile spalten. Diese elektrolytischen Beobachtungen, welche bislang ein ausschliesslich theoretisches Interesse beansprucht hatten, sollten nicht lange ohne praktische Verwerthung bleiben.

Daniell machte zuerst die Wahrnehmung, dass das an dem negativen Pole seiner Batterie abgeschiedene Kupfer losgelöst werden konnte und einen getreuen Abdruck der Platte lieferte, auf welcher die Abscheidung stattgefunden hatte. Diese Beobachtung führte im Jahre 1859 Jacobi und gleichzeitig Spencer auf den Gedanken, Kupfer elektrisch niederzuschlagen, um Medaillen und ähnliche Gegenstände auf diese Weise zu reproduciren. In diesem Sinne angestellte Versuche hatten

alsbald zu überraschenden Ergebnissen geführt, aus denen sich schnell eine hochwichtige Industrie, die Industrie der Elektrotypie oder Galvanoplastik, entwickelte. Aber schon war man einen Schritt weiter gegangen. Nicht mehr damit zufrieden, Medaillen, überhaupt Kunstarbeiten, zu copiren, hatte sich die neue Technik in den Dienst der vervielfältigenden Künste gestellt. Die der Hand des Künstlers entstammende Kupfer-, Stahl- oder Holzplatte wurde nicht mehr direct zum Drucke verwendet; man vervielfältigte sie auf galvanischem Wege und druckte, während man die Mutterplatte aufbewahrte, mit den Tochterplatten. Von besonderer Wichtigkeit war die Entdeckung Meidinger's, dass sich aus einem Bade von Eisenvitriol und Salmiak eine dünne aber ausserordentlich harte Eisenschicht auf der Kupferplatte niederschlagen lässt, so dass man mit einer so behandelten, „gestählten" Platte viele Tausende von Abdrücken erzielen kann.

Mit der Beobachtung, dass man mit Hülfe des Stromes aus Lösungen von Cyansilber oder Knallgold in Cyankalium gleichmässige Silber- und Goldschichten niederschlagen kann, war die Industrie der galvanischen Versilberung und Vergoldung gegeben, von denen namentlich die erstere durch Herstellung des sogenanten Chinasilbers einen ausserordentlichen Umfang angenommen hat. Oudry lehrte Eisenguss, wie Fontänen und Candelaber, auf elektrischem Wege mit einer dauerhaften Schicht von Kupfer zu überziehen.

Der analytische Chemiker bedient sich, zumal infolge der Bemühungen von Classen, des Stromes, um die Metalle behufs ihrer quantitativen Bestimmung aus Flüssigkeiten niederzuschlagen. Nach einem von Grätzel ausgearbeiteten Verfahren wird derselbe Strom verwerthet, um das merkwürdige Metall Magnesium, welches bei der Verbrennung ein so glänzendes Licht entwickelt, aus dem Bittersalz abzuscheiden, und entsprechende Versuche, welche in letzter Zeit über die Wirkung des Stromes auf die Doppelfluoride des Aluminiums und Kaliums angestellt worden sind, haben verbesserte Methoden für die fabrikatorische Gewinnung auch des Metalles Aluminium angebahnt.

Was der Strom an dem negativen Pole niederschlägt, das löst er am positiven Pole auf. Diese lösende Kraft wird bei dem galvanischen Aetzen von Metallplatten benutzt. Die Platten werden mit einem isolirenden Aetzgrund überzogen, in welchen man mit dem Grabstichel die gewünschte Zeichnung bis auf das blanke Kupfer einradirt. Hängt man eine solche Platte als positiven Pol in die Lösung eines Metallsalzes, so wird durch die an demselben entwickelte Säure in Verbindung mit dem frei werdenden Sauerstoff das blossgelegte Metall angeätzt, während das grundirte Kupfer unverändert bleibt.

Noch soll nicht unerwähnt bleiben, dass bei der Elektrolyse von Bleisalzen der an dem positiven Pole sich ausscheidende Sauerstoff die Bil-

dung eines Superoxydes bedingt, welches bei den in neuerer Zeit vielfach in Anwendung gekommenen sogenannten Accumulatoren eine wichtige, obwohl noch nicht völlig aufgeklärte Rolle spielt.

Nachdem durch Faraday's wichtige Entdeckung der Magnetisirbarkeit des Lichtes, d. h. der Drehung der Polarisationsebene in einem magnetischen Felde, der Nachweis erbracht war, dass Beziehungen zwischen Licht und Elektricität unzweifelhaft bestehen, ist es endlich in unseren Tagen den genialen Forschungen von Hertz über die Reflexion, Brechung und Beugung der elektrischen Wellenzüge gelungen, die von Faraday angedeutete, von Maxwell bis in ihre letzten Consequenzen theoretisch durchgearbeitete Anschauung von der Identität des Lichtes und der Elektricität experimentell zu begründen.

Endlich muss aber auch noch des gewaltigen Aufschwungs gedacht werden, welchen während des letzten halben Jahrhunderts die chemische Wissenschaft genommen hat. Wohl steigt in Demjenigen, welchem das Glück zu Theil ward, die Periode dieses Aufschwungs mitzuerleben, der Wunsch auf, die einzelnen Phasen desselben Schritt für für Schritt zu verfolgen; er möchte den Wunderbaum mit seinen nach allen Seiten hin sich ausbreitenden Aesten und endlosen Verzweigungen vor den Augen seiner Zuhörer emporwachsen lassen. Allein selbst wenn ihm das Können gegeben wäre, so würde die Kürze der Stunde so übermüthigem Verlangen eine heilsame Schranke setzen; er muss sich genügen lassen, einige der goldenen Früchte, welche der Baum dem Leben gezeitigt hat, flüchtig durch die Hände gleiten zu lassen, und er darf sich um so mehr diese Beschränkung auferlegen, als für die nächsten Sitzungen Vorträge von den Herren Ostwald und Winkler in Aussicht stehen, aus denen Ihnen der Baum im vollen Blüthenschmuck seiner jüngsten wissenschaftlichen Entfaltung entgegentreten wird.

Zur Zeit, als unsere Gesellschaft gestiftet ward, befand sich die Chemie in guten Händen. Berzelius in Schweden, Sir Humphry Davy in England, Gay-Lussac und Thenard in Frankreich waren noch in voller Thätigkeit, allein die Zukunft der Wissenschaft gehörte bereits der aufstrebenden Generation. In England wusste man schon, was man von Faraday erwarten durfte, in Frankreich lenkten sich die Blicke auf Dumas und Regnault, und in Deutschland war Mitscherlich ein bereits bekannter Name, Liebig und Wöhler begannen eben ihre Schwingen auszubreiten.

Die beiden letztgenannten Forscher hatten schon bald einen entscheidenden Einfluss auf die Entwickelung der Wissenschaft gewonnen. Wahrhaft epochemachend wirkte Liebig. Er hatte bereits 1824 — also



zwei Jahre nach Stiftung unserer Gesellschaft — an der kleinen Universität Giessen das erste dem Experimentalunterricht gewidmete Laboratorium in Deutschland gegründet. Eine unmittelbar grosse Leistung der neuen Schule war die Ausbildung der Analyse organischer Körper. Mit Hülfe derselben hatte Liebig in kurzer Frist die Zusammensetzung einer Unzahl von Verbindungen festgestellt, welche dem Organismus der Pflanze entstammen, und sich auf diese Weise naturgemäss auf das Studium der chemischen Processe vorbereitet, welche diese Verbindungen in dem Pflanzenkörper erzeugen.

Im Anfang der 40er Jahre veröffentlichte Liebig seine Agriculturchemie, für die Wohlfahrt der Menschheit unzweifelhaft das folgenreichste Ereigniss auf chemischem Gebiet seit Gründung der Gesellschaft. Dem wichtigsten Zweige menschlicher Gewerbthätigkeit, dem am längsten geübten und gleichwohl am räthselhaftesten gebliebenen, hatte sich durch die Arbeiten des berühmten Forschers plötzlich das Verständniss seiner tausendjährigen Gepflogenheiten erschlossen. Zum ersten Male nach endlosem Hin- und Herschwanken zwischen den seltsamsten Auffassungen war endlich die wahre Natur des animalischen Düngers klar gelegt worden. In dem animalischen Dünger werden dem Acker die in den Ernten hinweggenommenen Bodenbestandtheile zurückerstattet. Erfolgt diese Zurückerstattung auf andere Weise, so wird auch so die Fruchtbarkeit des Ackers erhalten bleiben. Dies der denkwürdige Ausspruch Liebig's, welcher durch den Anbau des berühmten Versuchsfeldes bei Giessen, wo nur Mineralkörper als Dünger verwendet wurden, eine glänzende Bestätigung gefunden hatte. Der Ackerbau war auf eine wissenschaftliche Grundlage gestellt, wie unzweifelhaft durch die aller Orten ins Leben tretenden Versuchsanstalten bekundet wird. Gleichzeitig aber waren die Bedingungen für eine neue Industrie gegeben, die Industrie der mineralischen Dünger, welche in kurzer Frist, zumal in unserem Vaterlande, eine kaum geahnte Bedeutung gewonnen hat.

Unmittelbar an Liebig's Forschungen auf dem Gebiete der Agriculturchemie schlossen sich seine Studien über den Ernährungsprocess des Thieres. Hier soll nur an seine wichtige Untersuchung des Fleisches erinnert werden, weil sie grundlegend für eine andere grosse Industrie geworden ist. Wenn uns in dem Fleischextract ein Genussmittel zur Verfügung steht, welches von Manchen dem Kaffee und Thee an die Seite gestellt wird, so verdanken wir diese Errungenschaft gleichfalls den Arbeiten Liebig's, denn erst nachdem derselbe den Weg gezeigt hatte, die wesentlichen Bestandtheile der Fleischbrühe abzuscheiden, konnte die chemische Industrie es unternehmen, den unerschöpflichen Fleischreichthum aufzusuchen, welchen die Rinderheerden der südamerikanischen Steppe bieten, um ihn in der Form von Fleischextract in den Handel zu bringen.

Wenn aber von einem neuen Genussmittel die Rede ist, welches die chemische Forschung der Menschheit erworben hat, so denkt man unwillkürlich an die Dienste, welche dieselbe Forschung geleistet hat, indem sie ein allbekanntes Genussmittel aus neuen Quellen zu gewinnen lehrte. Auf der ersten Naturforscherversammlung ahnten gewiss nur Wenige, dass man in Deutschland dereinst seinen Kaffee ausschliesslich mit vaterländischem Zucker versüssen würde. Die Beobachtung, dass die Runkelrübe denselben Zucker enthält, wie das Zuckerrohr, wurde zwar schon in der Mitte des vorigen Jahrhunderts von Andreas Siegismund Marggraf gemacht. Aber erst vom Anfange unseres Jahrhunderts datiren die Anstrengungen, das Ergebniss von Marggraf's Beobachtungen für die Industrie zu verwerthen. Es waren die Bemühungen von Karl Franz Achard, einem Schüler von Marggraf, welche die erste Runkelrübenzuckerfabrik ins Leben riefen. Endlich gegen die Mitte unseres Jahrhunderts begann der mächtige Aufschwung dieser Fabrikation, wie man am sichersten aus dem Umstande erkennt, dass der Rübenzucker bis zum Jahre 1840 unbesteuert geblieben ist. In diesem Jahre wurde zum ersten Male eine Steuer erhoben, ihr Ergebniss war etwas mehr als 100 000 Mark. In dem letzten Jahrzehend ist der jährliche Ertrag dieser Steuer bis auf 70 Millionen Mark gestiegen. Die Einfuhr von Colonialzucker in Deutschland hat nahezu aufgehört, während deutscher Zucker in alljährlich steigender Quantität ins Ausland geht.

Allein die Entfaltung der Rübenzuckerindustrie hat uns nicht nur vom Auslande unabhängig gemacht, sie hat auch der deutschen Landwirthschaft eine neue Richtung gegeben. Die Wurzeln der Rübe dringen weit tiefer in den Boden ein als die der Cerealien, ihr Anbau heischt eine ganz andere Aufbereitung des Bodens, als sie der Kornbau verlangt. Mit dem Rübenbau hat sich die Tiefcultur eingebürgert, an die Stelle der gewöhnlichen Pflugschar ist der mächtige Tiefpflug getreten, statt des keuchenden Zwiegespannes auf dem Acker arbeitet am Rande desselben die unermüdliche Locomobile. Bis zur drei- und vierfachen Tiefe wird die Scholle umgeworfen, um die in der Ernte der Ackerkrume entführten Bodenbestandtheile durch den Reichthum des Untergrundes zu ersetzen. Und die veränderte Culturmethode, welche der Rübenbau gebieterisch fordert, hat sich auch in anderen Zweigen der Landwirthschaft nützlich erwiesen, und ihren veränderten Bedürfnissen entsprechend, entwickelt sich in unserem Vaterlande ein neuer Gewerbszweig, die Fabrikation der Ackerbaumaschinen. Man sieht, wie tiefgreifend die Entfaltung der heimischen Zuckerindustrie nach den verschiedensten Seiten hin gewirkt hat.

Aber noch hat diese Industrie ihren Höhepunkt vielleicht nicht einmal erreicht, und schon strebt eine neue süsse Materie zu Ansehen zu gelangen. Wir haben Alle von dem Saccharin gehört. Dieser schwefel- und

stickstoffhaltige Körper, welcher durch nicht ganz einfache chemische Processe aus der Steinkohle gewonnen wird, ist zweihundert mal so süss als der Zucker. Dass hier gleichwohl von einem eigentlichen Wettbewerb mit dem Zucker nicht die Rede sein kann, wird schon durch die Thatsache bekundet, dass das Saccharin bislang unbesteuert geblieben ist. Immerhin verdient dieser merkwürdige Körper nicht geringe Beachtung, insofern er vielleicht berufen ist, in gewissen Krankheiten den als schädlich erkannten Zucker zu ersetzen.

Das Saccharin, obschon einer der jüngsten Glieder in der stattlichen Nachkommenschaft der Steinkohle, bietet gleichwohl erwünschte Veranlassung, in die Betrachtung einer Reihe dem Zeitraume, welchen wir überblicken, ganz eigentlich angehöriger Entdeckungen einzutreten, welche aus der Erforschung der Steinkohle hervorgegangen sind. Schon bald nach Stiftung unserer Gesellschaft begann sich in Deutschland die dieser Forschung entstammende Industrie des Leuchtgases zu entwickeln, welche nach den verschiedensten Richtungen hin einen so tiefgehenden Einfluss auf das Leben, wie auf die Wissenschaft gewinnen sollte, dass wir einen Augenblick bei derselben verweilen müssen.

Die ersten vereinzelten Versuche der Gasbeleuchtung gehen bis in das vorige Jahrhundert zurück. Wirkliche Erfolge sind aber erst in den ersten Decennien unseres Jahrhunderts, zumal in England erzielt worden. In unserem Vaterlande begann sich die Gasproduction in den 20er Jahren einzubürgern. Am 26. September 1826 erstrahlten die „Linden“ in Berlin zum ersten Male im Glanze des lang erwarteten Gaslichtes, und als zwei Jahre später die Naturforscher in Berlin tagten, war die neue Gasbeleuchtung Gegenstand der allgemeinsten Bewunderung. Die meisten der von Aussen Kommenden sahen zum ersten Male eine gasbeleuchtete Strasse. Welche Dimensionen die Fabrikation des Gases während der letzten 50 Jahre angenommen hat, ergiebt sich aus der Thatsache, dass während des Jahres 1889 in Berlin nicht weniger als 32 Millionen Cubikmeter verbraucht worden sind. Und doch weiss man, dass im Laufe der letzten Jahre der neuen Beleuchtung in dem elektrischen Licht ein nicht zu verachtender Nebenbuhler erwachsen ist. Allein es hat sich das bemerkenswerthe Ergebniss herausgestellt, dass überall, wo das elektrische Licht eingeführt worden ist, der Gasverbrauch sich keineswegs vermindert, sondern in der Regel ganz erheblich vermehrt hat; d. h. das Lichtbedürfniss hat mit der elektrischen Beleuchtung zugenommen. Um grössere Helligkeit zu erzielen, wird heute mehr Gas verbrannt, als früheren Bedürfnissen entsprach. Dieser Verbrauch hat sich indessen auch durch anderweitige Verhältnisse gesteigert. Das mehr und mehr für Heizzwecke verwendete Gas dürfte die Concurrenz der Elektricität nicht zu fürchten haben; auch

das in dem Gasmotor für uns arbeitende wird vor der Hand noch nicht von der Dynamomaschine abgelöst werden.

Als das zunächst nur für Strassenbeleuchtung verwendete Gas anfing, in den Wohnungen sich einzubürgern, ereigneten sich oft genug nicht ganz ungefährliche Explosionen, wenn sich Mischungen desselben mit Luft entzündeten. Bei näherer Bekanntschaft mit dem neuen Leuchtmateriale liessen sich diese Zwischenfälle bald vermeiden, ja, es gelang, die unliebsamen Kraftäusserungen, welche man kennen gelernt hatte, zu zähmen und dienstbar zu machen. Indem das Gas mit Luft gemischt unter dem Kolben eines Cylinders explodirte, hob es, dem Dampf vergleichbar, den Kolben; eine leicht zu handhabende bewegende Kraft war geschaffen, deren sich mehr und mehr ausbreitende Verwerthung einen nicht zu unterschätzenden Einfluss auf die Entwickelung des Kleingewerbes geübt hat. Für die Speisung dieser bewundernswerthen Apparate, welche wir der Verbindung der Chemie mit der Physik und Mechanik verdanken, werden täglich sich mehrende Quantitäten Gas verbraucht, und man versteht daher, dass auch aus diesem Grunde, trotz Einführung des elektrischen Lichtes, die Production des Gases noch immer im Steigen ist; ja es würde uns nicht Wunder nehmen, wenn eine veränderte Darstellungsweise, wie sie von verschiedenen Seiten angestrebt wird, dieser Industrie eine neue Aera eröffnete. Seit man in den Oeldistricten Nordamerika's begonnen hat, das mit dem Steinöl dem Boden entquellende Gas in meilenlangen Röhrenleitungen entfernten Städten zuzuführen, ist man dem Gedanken näher getreten, die Gasproduction aus den Städten nach den Kohlengruben zu verlegen. Wenn man bedenkt, dass zwei Dritttheile der Herstellungskosten von den Ausgaben für den Transport der Kohle verschlungen werden, so lässt sich nicht verkennen, dass die Möglichkeit einer nicht unerheblichen Verbilligung des Gases gegeben ist, welche ihm eine noch umfangreichere Verwerthung in Aussicht stellt.

Die Gasbeleuchtung hatte übrigens schon ein halbes Jahrhundert früher, ehe das elektrische Licht in die Schranken trat, einer neuen Industrie gegenüber ihren Platz behauptet. Nur die Aelteren unter uns erinnern sich des Umschwungs, welchen das häusliche Beleuchtungswesen seit Einführung der Stearinkerze erfahren hat. Durch epochemachende Untersuchungen, welche in den beiden ersten Decennien dieses Jahrhunderts ausgeführt wurden, hatte Chevreul die chemische Natur der Fettkörper festgestellt. Es war ihm gelungen, die in der Pflanze und im Thiere vorkommenden Fette in feste krystallinische Säuren und in eine Flüssigkeit, das Glycerin, zu spalten. Es würde seltsam gewesen sein, wenn diesem wissenschaftlichen Erwerbe nicht sofort die technische Verwerthung auf dem Fusse gefolgt wäre. In Verbindung mit Gay-Lussac begründete Chevreul die Industrie der Stearinkerzen; an die

Stelle der missfarbigen, weichen, unliebsamen Duft verbreitenden Talgkerze, welche, obwohl unablässiger Wartung bedürfend, nur ein trübes russiges Licht gab, war mit einem Schlage die blendend weisse, klingend harte, vollkommen geruchlose Stearinsäurekerze getreten, ohne jedwede Nachhülfe mit hellleuchtender Flamme verbrennend. Wohl schien dieser neuen chemischen Industrie Gefahr zu drohen, als sich gegen Mitte des Jahrhunderts die Petroleumquellen Nordamerika's öffneten, und nachgerade auch die heiligen Feuer von Baku erloschen, um das Erdöl, welches sie gespeist hatte, in den Dienst der Beleuchtung zu stellen. Allein selbst so mächtiger Wettbewerb konnte die Entwickelung nicht hemmen und Gasflamme, Stearinkerze, Petroleumlampe und elektrisches Licht reichen kaum aus, um das unersättliche Lichtbedürfniss der Menschen zu befriedigen.

Wer aber der Dienste gedenkt, welche die Chemie den Aufgaben der Beleuchtung geleistet hat, wird nicht umhin können, selbst auf die Gefahr hin, sich in Einzelheiten zu verlieren, einen Augenblick bei den chemischen Zündapparaten zu verweilen. Noch sind Stahl und Stein und Zunder fast ausschliesslich im Gebrauch. Das pneumatische Feuerzeug existirt nur in physikalischen Cabinetten. Aber schon hat Döbereiner's Entdeckung, dass sich der Wasserstoff in Berührung mit schwammigem Platin entzündet, allgemeines Aufsehen erregt, und die auf diese Entdeckung begründete Wasserstoffzündlampe ist vielfach Gegenstand der Bewunderung geworden. Auch das Schwefelsäuretauchfeuerzeug, welches der Erfinder das prometheïsche nannte, kommt schnell in Aufnahme. Eine ausgedehnte Anwendung können diese Feuerzeuge indess nicht finden, schon aus dem einfachen Grunde, weil sie sich nicht in der Tasche führen lassen. Unter diesen Umständen wird das Streichholz mit allgemeinem Jubel begrüsst. Seit durch Schrötter's Entdeckung des amorphen Phosphors jeder Vorwurf der Gefährlichkeit desselben beseitigt ist, hat das Streichholz alle übrigen Feuerzeuge rasch aus dem Felde geschlagen. Der Umfang, welchen die Streichholzindustrie gewonnen hat, wird zur Genüge durch die Thatsache bekundet, dass sie seit 1870 in Frankreich ein nicht unwichtiges Steuerobject geworden ist.

Ich habe Ihnen zu zeigen versucht, wie sich die Beleuchtung unter dem Einflusse der chemischen Wissenschaft gestaltet hat. Allein die Wissenschaft, welcher wir das Gaslicht in seiner heutigen Vollendung verdanken, welche uns gelehrt hat, den weichen Talg in krystallisirte Stearinsäure zu verwandeln, hat gleichzeitig neue Gebiete der Industrie eröffnet, welche zu dem bislang durchforschten kaum mehr in Beziehung zu stehen scheinen. Schon begegnen wir im Gefolge der Gasbereitung der Industrie der Theerfarben, schon ist die Stearinkerzenfabrikation dem modernen Vernichtungsgewerbe zu Hülfe gekommen.

Sie Alle, insbesondere aber meine schönen Zuhörerinnen, sind mit den glänzenden Farben bekannt, welche die Chemie während der letzten Jahrzehende den Aufgaben des Schönheitsbedürfnisses zur Verfügung gestellt hat. Anilinfarben von ungeahnter Pracht und endloser Mannichfaltigkeit treten uns aller Orten entgegen. Die Entdeckung der Theerfarbstoffe zeigt uns recht anschaulich, wie heute Wissenschaft und Industrie einander in die Hände arbeiten. Versetzen wir uns einen Augenblick in eine frühere Periode der Gasfabrikation zurück. Noch circulirte selbst in London das Gas nur stellenweise in Röhrenleitungen, wie sie sich heute ausnahmslos in den Strassen unserer Städte verzweigen; die Wohnungen bezogen ihr Gas in starken eisernen Cylindern, welche, in der Fabrik unter hohem Druck gefüllt, nach den Häusern gefahren wurden, um dort in den Keller gelegt zu werden. Das frisch gelieferte Gas brannte mit glänzendem Lichte, verlor aber schon nach kurzer Frist fast seine ganze Leuchtkraft. Faraday, welcher in der Mitte der 20er Jahre aufgefordert wurde, dieses Verhalten zu erklären, fand, dass es durch Ausscheidung einer leichten flüchtigen brennbaren Flüssigkeit bedingt war, welche er, da sie nur Kohlenstoff und Wasserstoff enthielt, schlechtweg „Kohlenwasserstoff" nannte. Acht Jahre später begegnet Mitscherlich bei der Untersuchung der Benzoësäure demselben Körper, der von dieser Zeit den Namen Benzol erhält. Das Benzol wird eingehend von dem deutschen Chemiker studirt. Unter den zahlreichen Abkömmlingen, welche er aus demselben erhält, interessirt uns zumal eine merkwürdige Verbindung, welche durch Behandlung von Benzol mit Salpetersäure entsteht. Das Nitrobenzol ist ein schweres Oel von aromatischem Geruch, dessen Eigenschaften sofort die Aufmerksamkeit der Chemiker auf sich ziehen. Wiederum einige Jahre, und das Nitrobenzol verwandelt sich in den Händen Zinin's, eines russischen Chemikers, in einen neuen Körper, welcher in der Taufe den Namen Anilin erhält. Niemand hätte die farbenreiche Zukunft ahnen können, welche diesem Täuflinge bevorsteht. Aber schon frühzeitig geben sich seine tinctorialen Anlagen zu erkennen, und in rascher Folge sehen wir sich alle Farben des Regenbogens aus dem Anilin entfalten. In Strömen ergiessen sich die neuen Farben über alle Gebiete der Gewerbthätigkeit, allein auch die Wissenschaft geht nicht leer aus. Dem Chemiker sind sie oft genug willkommene Träger theoretischer Speculationen, dem Zoologen geben sie werthvolle Fingerzeige bei seinen histologischen Studien, der Bakteriologe endlich würde sich auf den verschlungenen Pfaden seiner Forschung ohne ihre Führung nicht mehr zurechtfinden. Ja, nach den erst jüngst noch gewonnenen Erfahrungen besitzen einige dieser Farbstoffe höchst wichtige physiologische Eigenschaften und es scheint nicht ausgeschlossen, dass sie sich auch in den Dienst des Arztes stellen werden.

Schon ist eine neue grossartige Industrie, die Industrie der Theer-

farbstoffe, ins Leben getreten. Diese Industrie, welche das bei der Leuchtgasbereitung in reichlichen Mengen als Nebenproduct auftretende Benzol verarbeitet, hat sich, zumal in Deutschland, zu wunderbarer Blüthe entfaltet. Die Werthe, welche sie alljährlich erzeugt, beziffern sich heute auf Millionen; in ihren Werkstätten haben Hunderte von Chemikern erwünschte Stellungen, haben viele Tausende von Arbeitern lohnende Beschäftigung gefunden.

Und wie das Leuchtgas die Mutter der Theerfarben geworden ist, so hat auch die Fabrikation der Stearinsäure eine andere chemische Industrie, wenn auch nicht in's Leben gerufen, doch auf ihre gegenwärtige Höhe gehoben. Die Umbildung, welche, auf seinem Wege zum Anilin, das Benzol durch die Einwirkung der Salpetersäure erleidet, ist den Chemikern Veranlassung, das Verhalten einer ganzen Reihe anderer Körper zu diesem kräftigen Agens zu studiren. In den Kreis dieser Studien wird auch das bei der Zerlegung der Fette neben der Stearinsäure auftretende Glycerin gezogen, und siehe! diese völlig harmlose Materie geht durch die Berührung mit Salpetersäure in einen Körper mit furchtbar explosiven Eigenschaften über. In dem Nitroglycerin lehrt Sobrero, welcher diese Substanz entdeckt, einen Sprengstoff kennen, wie er bislang nicht zur Verfügung gestanden hat. Von Kieselguhr aufgesaugt, als Dynamit, hat das Nitroglycerin bei den Riesenbauten unserer Zeit die unschätzbarsten Dienste geleistet, allerdings in unkundiger oder gar in ruchloser Hand auch schon schweres Unheil angerichtet.

Allein nicht nur das Glycerin, viele andere Körper werden gleichfalls von der Salpetersäure mit explosiven Eigenschaften ausgestattet. Die Schiessbaumwolle ist uns Allen eine längst bekannte Substanz, und nur Wenige unter uns erinnern sich noch des Staunens, mit welchem gegen die Mitte des Jahrhunderts hin die Menschheit durch Schönbein erfuhr, dass man auch mit Baumwolle schiessen kann. Und doch ist die Bedeutung der Nitrocellulose — so nennt der Chemiker die Schiessbaumwolle — in ihrem vollen Umfange erst in unseren Tagen zur Erkenntniss gelangt; scheint sie doch erst heute in Gestalt rauchlosen Pulvers den Bedürfnissen des Krieges sich bequemen zu wollen. Die Nitrocellulose tritt indessen nicht ausschliesslich für Aufgaben der Zerstörung ein; in Aether-Alkohol gelöst, als Collodium, verbindet sie die Wunden, welche sie geschlagen; doch auch zu anderweitigen nutzbringenden Verrichtungen ist sie bereit. Die Photographie kann heute ihrer Hülfe nicht mehr entrathen, ja selbst bei den textilen Industrien will sie Dienste nehmen. Erst seit wenigen Monaten hat man gelernt, das Collodium zu spinnen und zu weben, und das so gewonnene Gewebe lässt sich — merkwürdig genug — äusserlich nicht von der Seide unterscheiden. Aber diese künstliche Seide hat noch die Eigenschaften der Schiessbaumwolle; und Wer

möchte sich solchem modernen Nessusgewande anvertrauen? Indessen die Chemie weiss Rath! Einige Augenblicke in Berührung mit Schwefelammonium, und das Gewebe ist nicht mehr explosiv, während sich sein Seideglanz unverändert erhalten hat.

Allein neben den grossen Industrien dürfen auch die kleinen nicht vergessen werden.

Die so merkwürdige Umbildung der Cellulose durch Einwirkung der Salpetersäure musste die Chemiker veranlassen, das Verhalten derselben unter dem Einflusse auch der Schwefelsäure zu untersuchen. Auch diese Untersuchung hat zu nützlichen Ergebnissen geführt. Mit starker Schwefelsäure in Berührung erlangt das gewöhnliche Papier, ohne dass sich seine Zusammensetzung ändert, alle Eigenschaften des Pergaments. Das künstliche Pergament oder Pergamentpapier, wie es gewöhnlich genannt wird, ist bereits Gegenstand einer nicht ganz unwichtigen Industrie geworden; seine Anwendungen mehren sich von Tag zu Tage. Es ist ein treffliches Material für die Herstellung von Documenten; der Buchbinder verarbeitet es wie natürliches Pergament. Dem Chirurgen dient es als Ersatz für Verbandleinwand, der Chemiker und der Zuckerfabrikant verwerthen es für dialytische Zwecke. Auch unsere Hausfrauen wissen das nützliche Geschenk, welches die Chemie ihnen bietet, zu schätzen. Die unliebsame thierische Blase, ehedem für das Ueberbinden von Conservengläsern fast ausschliesslich im Gebrauch, ist aus der modernen Speisekammer verschwunden; an ihre Stelle ist das reinliche Pergamentpapier getreten.

Im Vorstehenden habe ich Sie an einer Reihe von Ergebnissen der chemischen Forschung vorbeigeführt, welche dem modernen Leben dienstbar geworden sind. Scheinbar stehen diese Ergebnisse in keinem näheren Zusammenhange unter einander; sieht man aber genauer zu, so ergiebt sich meist ungezwungen, dass das eine naturgemäss aus dem anderen hervorgegangen ist. Als Mitscherlich das Benzol mit Salpetersäure behandelte, hat er sicherlich nicht an Dynamit und Schiessbaumwolle, an rauchloses Pulver und Collodium gedacht, und doch lässt es sich nicht verkennen, dass sein fruchtbarer Versuch der Ausgangspunkt all' dieser Entdeckungen gewesen ist.

Einen ähnlichen Versuch gleich fruchtbringend für Wissenschaft und Leben hat Friedrich Wöhler ausgeführt, indem er die künstliche Darstellung des Harnstoffs lehrte, und es freut uns, mit diesem Forscher, dem wir schon, als wir nach den Errungenschaften auf chemischem Gebiete auszublicken begannen, an der Seite Liebig's begegneten, an dieser Stelle wieder zusammenzutreffen. Im Jahre 1828, während unsere Gesellschaft in Berlin tagte, fand der junge Wöhler, damals Lehrer an der dortigen Gewerbeschule und, seltsam genug, in demselben Laboratorium arbeitend, in welchem der unglückliche Adept Ruggiero wäh-

rend der beiden letzten Jahre vor seiner Hinrichtung vergeblich nach Gold gesucht hatte, den Weg, den Harnstoff künstlich darzustellen. Aus den Händen des Chemikers war ein Stoff hervorgegangen, den man bisher nur in dem Organismus des Thieres beobachtet und an dessen Bildung man die Lebenskraft in geheimnissvoller Weise betheiligt geglaubt hatte. Die Schranke zwischen der organischen und der unorganischen Chemie war gefallen! Neue Wege der Forschung hatten sich erschlossen, welche bald zu den unerwartetsten Ergebnissen führen sollten. Die Aera der synthetischen Chemie war gekommen. Wenn wir heute die Farbstoffe des Krapps und des Indigo's, wenn wir das Aroma der bitteren Mandel und der Vanille, wenn wir — um auch noch die Errungenschaft der letzten Monate zu nennen — den in der Traube enthaltenen Zucker künstlich erzeugen, unabhängig von den Pflanzen, welche diese Körper bisher geliefert hatten, so finden wir den Ausgangspunkt für alle diese glänzenden Erfolge in der glücklichen Harnstoffsynthese des Forschers, dessen Standbild in den letzten Wochen in Göttingen enthüllt worden ist.

Es wäre seltsam gewesen, wenn die synthetische Chemie, welche den tinctorialen Industrien und der Parfümerie solche Dienste geleistet hat, nicht auch bemüht gewesen wäre, die werthvollen Heilmittel, welche sich der Arzneischatz noch immer in dem Organismus der Pflanze bereiten lässt, auf künstlichem Wege zu erzeugen. Die Erfolge dieser Bemühungen sind aber bisher nur dürftige gewesen, die eigentlichen Heilalkaloide, wie Chinin, Morphin, Strychnin, haben sich bisher, obwohl es an Anläufen nicht gefehlt hat, der Nachbildung entzogen. Dagegen hat es sich die organische Chemie nicht nehmen lassen, eine ganze Reihe neuer, theilweise in hohem Grade wirksamer Heilagentien in Vorschlag zu bringen. Der Kundige denkt dabei sofort an Salicylsäure, Antipyrin, Antifebrin, Sulfonal und wie diese neuen Substanzen alle heissen. Aber fürchten Sie nicht, dass ich es auch nur versuchen werde, der Fluth von neuen Heilmitteln, welche sich periodisch in die Spalten der Pharmakopöe ergiesst, zu folgen. Ich will es mir jedoch nicht versagen, die Namen zweier Körper anzurufen, welche in diesen Spalten sicheren Ankergrund gefunden haben. In dem Chloroform begrüssten wir dankerfüllt eine der ersten jener anästhesirenden Substanzen, welche dem Kranken wie dem Arzte eine gleiche Wohlthat geworden sind, das Chloral hat unserem schnelllebigen Jahrhundert den Schlaf zurückgegeben, welcher ihm abhanden gekommen schien. Chloroform und Chloral beanspruchen indessen noch ein besonderes Interesse. Die Geschichte ihrer Entdeckung ist lehrreich, weil sie uns die eigenthümlichen Wege zeigt, die zur Erkenntniss führen. Beide Heilmittel entstammen der Verwerthung einer Methode der Forschung, deren Ursprung ebenso seltsam, als ihre Anwendung erfolgreich gewesen ist. Es ist nicht allgemein bekannt, dass wir das Chloroform und das Chloral in gewissem Sinne einem

verunglückten Ballfeste in den Tuilerien verdanken. Es war während des letzten Regierungsjahres Karl's X. Als die zum Balle Geladenen erschienen, fanden sie die Säle mit erstickenden Dämpfen erfüllt, welche von den mit russender Flamme brennenden Wachskerzen entsendet wurden. Dumas, der mit der Aufklärung dieses Zwischenfalles betraut wurde, zeigte, dass das Wachs der Kerzen mit Chlor gebleicht worden war und dass es Chlor enthielt, welches sich dem Wasserstoff Atom für Atom substituirt hatte. Die Thatsache, dass sich der Wasserstoff organischer Körper durch Chlor ersetzen lässt, war hiermit festgestellt; die Chemiker hatten eine neue Methode der Forschung gewonnen, welche sofort in allen Laboratorien Eingang fand. Als Liebig bald darauf die Einwirkung des Chlors auf den Alkohol studirte, entdeckte er das Chloroform und das Chloral. Die physiologischen Eigenschaften des Chloroforms sind allerdings erst viel später von Simpson, die des Chlorals von Liebreich aufgefunden worden.

Die dem Leben dienstbar gewordenen Ergebnisse der Forschung, welche ich hier mehr anzudeuten als zu schildern versucht habe, sind fast ausnahmslos bei dem Ausbau der organischen Chemie gewonnen worden. Es könnte scheinen, als ob sich die Arbeiten auf dem Gebiete der Mineralchemie minder fruchtbringend erwiesen hätten. Allein selbst flüchtige Umschau zeigt, dass die Forschung auch auf diesem Gebiete zu höchst bedeutsamen Fortschritten Veranlassung gegeben hat. Auf sämmtliche Zweige der chemischen Grossindustrie hat die Wissenschaft einen tiefgreifenden Einfluss geübt, alle grundlegenden Operationen derselben haben eine völlige Umgestaltung erfahren. Die Schwefelsäurefabrikation hat aufgehört Sicilien tributpflichtig zu sein; statt des reinen Schwefels benutzt sie heute die aller Orten vorkommenden Pyrite; der altberühmte Leblanc'sche Sodaprocess ist von dem Ammoniakverfahren nahezu verdrängt; das Ammoniak selbst wird nicht mehr wie früher durch die Zerstörung thierischer Materie gewonnen, die Leuchtgasbereitung liefert es als Nebenproduct. Eine ähnliche Umwälzung hat die Fabrikation der Pottasche erfahren; nicht länger mehr werden erbarmungslos die herrlichen Wälder Nordamerikas geopfert, seit die chemische Analyse die Natur der Stassfurter Abraumsalze erschlossen hat. Der Kalireichthum, welchen diese bergen, hat auch die Salpetergewinnung vollständig umgestaltet. Und welche Umwälzung ist in den metallurgischen Industrien während der letzten fünfzig Jahre eingetreten! Man denke an die wichtigste derselben, die des Eisens. Mit Hülfe der verbesserten Methoden werden heute Erze verarbeitet, die man früher mit Verachtung zur Seite geschoben haben würde. Wer heute die mannichfaltigen Processe für Entschwefelung, Entphosphorung, ja für Entkohlung des Eisens studirt, die der Chemiker für den Hüttenmann ersonnen hat, Wer in der Hand des Hüttenmanns das Spektroskop erblickt, welches er dem Physiker verdankt,

Wer die mächtigen Apparate bewundert, welche ihm der Mechaniker construirt hat — das rauschende Heissluftgebläse, die riesige Bessemerbirne, die er mit der Grazie handhabt, mit welcher eine Dame den Thee ausgiesst, den gewaltigen Dampfhammer, welcher mit derselben Sicherheit die wuchtige Eisenschiene gestaltet und ein Ei aufschlägt, — der wird zugeben müssen, dass es keinen Zweig der menschlichen Gewerbthätigkeit giebt, in welchem der Fortschritt der Wissenschaft tiefere Eindrücke hinterlassen hat. Und was für die Eisenindustrie gilt, das bewahrheitet sich, wenn auch in geringerem Umfange, für die Gewinnung auch der übrigen Metalle. Ja, neue Metalle, von denen sich unsere Väter nicht träumen liessen, sind heute bereits Gegenstand einer umfangreichen Fabrikation geworden. Wie hätten die in Leipzig versammelten Naturforscher ahnen können, dass Wöhler schon nach kurzer Frist in den Pflastersteinen, auf denen sie dahinschritten, ein silberweisses Metall entdecken würde, welches einige Jahrzehende später, insbesondere durch Deville's Bemühungen, mit seinen älteren metallischen Geschwistern bereits in erfolgreichen Wettbewerb getreten war! Das geringe Gewicht, welches dem Aluminium eigen ist, hat dem Metalle mannichfaltige Anwendung verschafft, und wir hören zumal mit Interesse, dass man die im letzten Kriege erbeuteten französischen Adler aus diesem Metalle hergestellt fand, welches vor mehr als einem Menschenalter von einem deutschen Forscher entdeckt worden war.

Noch will ich, ehe wir von den praktischen Ergebnissen der chemischen Forschung Abschied nehmen, einiger Erfolge gedenken, welche sie in der allerletzten Zeit noch zu verzeichnen gehabt hat.

Meine verehrten Zuhörer erinnern sich, wie vor etwa 10 Jahren von den Blättern die Nachricht gebracht wurde, dass es gelungen sei, den Sauerstoff zu einer Flüssigkeit zu verdichten. Das für den Sauerstoff erprobte Verfahren ist auch für andere bislang nicht verflüssigte Gase mit Erfolg verwerthet worden, und heute ist die althergebrachte Unterscheidung von permanenten und nicht permanenten Gasen aus der Wissenschaft verschwunden. Diese wichtige Erkenntniss musste die Aufmerksamkeit auch den schon früher zu Flüssigkeiten verdichteten Gasen wieder zulenken. Mittlerweile waren die anästhesirenden Eigenschaften des Stickoxydulgases besser bekannt geworden, man hatte gefunden, wie leicht und sicher sich eine schnell vorübergehende Betäubung durch dieses Gas erzielen lässt. In schmiedeeisernen Cylindern verflüssigt, hatte das Stickoxydul schon nach kurzer Frist in der Zahnheilkunde umfassende Verwerthung gefunden. Der Druck der flüssigen Kohlensäure arbeitet für uns in der Dampfspritze, welche, mit dieser accessorischen Kraft ausgerüstet auf der Brandstätte anlangend, nicht mehr kostbare Minuten zu verlieren braucht, ehe sie mit dem hinreichend gespannten Dampfe ihre Thätigkeit beginnen kann. In der Gussstahlfabrikation wird derselbe Druck

zur Dichtung von Stahlgüssen in geschlossener Form verwerthet, und — damit wir neben den grossen auch die kleinen Dienste, die sie uns leistet, nicht vergessen —, es ist wieder die flüssige Kohlensäure, welche eine bequem zu handhabende Kraft liefert, um den Gerstensaft aus dem Keller auf den Schenktisch unserer Bierpaläste emporzuheben.

Aber auch die gewaltige Temperaturerniedrigung, welche verflüssigte Gase bei ihrer Rückkehr in den Gaszustand bewirken, ist nicht unbenutzt geblieben. Der Rolle, welche das verflüssigte Ammoniak in der Carré'schen Eismaschine spielt, ist schon flüchtig gedacht worden. Flüssiges Ammoniak findet umfassende Verwendung für die Abkühlung grosser Räume, und in amerikanischen Brauereien haben sich Bodenkammern in Felsenkeller verwandelt. Ja, selbst bei dem Bergbau hat sich die kälteerzeugende Kohlensäure in Dienst gestellt. Dieses Gas ist fast unmittelbar nach Gründung unserer Gesellschaft zuerst von Faraday, der ausschliesslich wissenschaftliche Ziele im Auge hatte, verflüssigt worden; heute erwehrt sich der Bergmann des beim Abteufen eines Schachtes auf ihn eindringenden Wassers, indem er es mit Hülfe der verflüssigten Kohlensäure gefrieren lässt. Es würde schwer sein, einen überzeugenderen Beweis für den Gewinn zu finden, welchen die Pflege der Wissenschaft in alle Gebiete der menschlichen Thätigkeit hineingetragen hat!

Hochverehrte Versammlung! Die Rückschau auf einige der Ergebnisse, deren sich die Naturforschung seit Gründung unserer Gesellschaft rühmen darf, hat mehr Zeit in Anspruch genommen, als ich gedacht hatte, und doch, an wie vielen wichtigen Errungenschaften konnte der Blick kaum haften, wie viele sind nicht einmal in das Gesichtsfeld eingetreten! Aber, wie einseitig und lückenhaft das Bild, das wir gewonnen haben, es zeigt uns jedenfalls den Umfang der Erkenntniss, welchen die Arbeit zweier Generationen, auf dem von den Vorfahren aufbereiteten Boden weiterbauend, der dankbaren Gegenwart erschlossen hat. Und wie sehr wir uns des erweiterten Horizontes freuen, der sich vor uns ausbreitet, wir wollen auch nicht vergessen, wie uns diese Arbeit die Wege des Alltagslebens geebnet, welchen Schmuck sie in unser Dasein hineingetragen hat. Welcher Unterschied zwischen den Existenzbedingungen in den ersten Decennien des Jahrhunderts und der heutigen Gestaltung des modernen Lebens!

Lassen Sie Ihr Auge, wenn es von der langen Rückschau nicht allzu sehr ermüdet ist, nochmals in die Tage der Gründung unserer Gesellschaft zurückschweifen. Es ist am Morgen des 18. Septembers im Jahre 1822. Wir begrüssen einen ankommenden Naturforscher auf dem Posthofe zu Leipzig. Unser Freund kommt von Bremen. Er hat vier Tage und vier Nächte in dem Eilwagen gesessen, um einen Weg zurückzulegen, der

heute eine mässige Tagereise in Anspruch nimmt. Er ist recht steif geworden von dem langen Sitzen, allein von edlen Gründergedanken ganz erfüllt, erscheint er gleichwohl schon nach kurzer Frist in der Sitzung, in welcher eben die im vorigen Jahr in Heidelberg zu Grabe getragenen Statuten berathen werden. Es ist nicht bekannt, wie lange diese Sitzung gedauert hat, allein was Statutenberathungen auf sich haben, das weiss man schon. Wir sind daher froh, dass unser Freund nach einem guten Mittagessen und einem Spaziergang durch den herrlichen Reichenbachschen Garten endlich einen Augenblick Ruhe findet. Für den Abend ist eine Zusammenkunft mit Freunden verabredet. Die Wahl des Locals ist aber keine sonderlich glückliche gewesen. Münchener Bier giebt es damals in Leipzig überhaupt noch nicht, indessen auch die Verpflegung ist eine sehr mässige. Die magere Suppe hat jedenfalls kein Liebig'sches Fleischextract zu sehen bekommen. Desto besser ist die Unterhaltung. Um was sich diese Unterhaltung gedreht hat, ist heute nicht mehr genau festzustellen, mit Sicherheit lässt sich nur angeben, um was sie sich nicht gedreht hat. Von der Durchstechung der Landenge von Suez, von der Durchbohrung des Mont Cenis und des Gotthard haben die Herren gewiss nicht gesprochen; von dem Eintreten des Dampfes in den Verkehr ist jedoch wohl schon die Rede gewesen. Auf Rhein und Elbe sind bereits einige vereinzelte Dampfboote gesehen worden; aber mehr noch, der erste Dampfer, die Savannah, hat eben den atlantischen Ocean durchfurcht. Ja, selbst die Möglichkeit von Eisenbahnen wird bereits discutirt. Nach den letzten Zeitungsberichten aus England denkt man ernstlich daran, versuchsweise die erste Linie zwischen Stockton und Darlington in Angriff zu nehmen. Welche Aussicht für Einen, der eben noch eine halbe Woche im Eilwagen gesessen hat! Diese Eilwagenfahrt hat unsern Freund doch recht müde gemacht, er verlässt das Wirthshaus daher etwas früher, als dies Naturforscher in der Regel zu thun pflegen. Wir begleiten ihn auf dem Heimwege, damit er sich nicht verirre. In den Strassen herrscht ägyptische Finsterniss, nur hier und da von einer trübe brennenden Oellampe unterbrochen. Man will keine neuen mehr anschaffen, denn in einigen Jahren soll ja doch die Gasbeleuchtung eingeführt werden. Unser Freund erreicht gleichwohl glücklich seine Wohnung. Auf der Treppe brennt allerdings kein Petroleumlämpchen, — wo hätte man aber damals auch das Petroleum hernehmen sollen? Auch das Zimmer ist dunkel, und es gilt vor allem Licht zu schaffen. Streichhölzer giebt es damals noch nicht, auch Döbereiner's Zündlampe ist noch nicht erfunden; aber unser Freund ist ein kluger Mann, der Stahl und Stein und Zunder jeder Zeit bei sich führt. Er klopft sich allerdings ein paar mal tüchtig auf die Finger, indess schon hat der Zunder Feuer gefangen. Schon brennt das Talglicht, — Stearinkerzen kennt man damals noch nicht. Doch nun harrt unseres Freundes eine bittere Enttäuschung. Er hat mit

Zuversicht einen wichtigen Brief erwartet, der ausgeblieben ist. Nun geht aber die Post zwischen Leipzig und Frankfurt nur zweimal in der Woche. Er kann also frühestens erst in acht Tagen Nachricht bekommen. Was würde unser Freund darum gegeben haben, wenn er am nächsten Morgen hätte telegraphiren können! Wir wundern uns nicht, dass ihm etwas trübselig zu Muthe ist, und wir bedauern nur, dass ihm der Trost nicht zur Seite steht, der uns über eine solche leidmüthige Stimmung hinweghelfen würde. Unser Freund kann nicht — was wir heute unfehlbar thun würden, — er kann nicht mit der Hand in die Tasche fahren, um die Photographie seiner Frau herauszuholen, denn die Photographie ist ja auch noch nicht erfunden.

Aber ich will das Thema „Sonst und Jetzt" nicht weiter ausführen. Noch zwei Worte und ich bin zu Ende.

Die Gesellschaft sitzt heute unter neuen Statuten. Werden wir mit denselben so lange auskommen, als mit den alten? Vielleicht, länger gewiss nicht. Schon im Jahr 1900 wird ein Antrag auf Statutenänderung gestellt, allein mit grosser Majorität abgelehnt. Und nun folgt periodisch ein Ansturm nach dem andern; sie werden aber alle abgeschlagen. Inzwischen ist die Mitte des 20. Jahrhunderts herangekommen. Die Zahl der Neuerung Anstrebenden ist bedenklich gewachsen und dem Virchow und dem Helmholtz der Epoche — vorausgesetzt, dass das nächste Jahrhundert sich solcher Männer wird rühmen dürfen, — ist es schliesslich nicht allzu schwer geworden, ein neues Statut durchzubringen. Und nun fällt es dem neuen Hrn. Vorsitzenden ein, bei seinem Vorgänger vor 60 Jahren eine kleine Anleihe zu machen, er unternimmt es auch wieder Rückschau über diese 60 Jahre zu halten. Er erzählt der ersten Versammlung unter dem erneuten Statut, die, wer weiss in welchem Theile des erweiterten Deutschlands — vielleicht in Kamerun, vielleicht in Bagamoio — gehalten wird, was Alles in der Zwischenzeit passirt ist.

Sein Bericht schliesst an die Versammlung von 1890 an. Er bespricht unsere heutige Organisation; er wundert sich zumal über die geringe Anzahl von Sectionen, mit denen wir auskommen, und über die Länge der Vorträge, welche den Mitgliedern zugemuthet werden. Er findt unser Leben hausbacken und von den Verkehrsbedingungen behauptet er, man könne sich keine Vorstellung mehr davon machen. Aber er zeigt auch, zu welcher Höhe, zu welcher Blüthe sich der Baum der Wissenschaft entfaltet hat, er schildert — aber ich darf den Mittheilungen meines Hrn. Nachfolgers an dieser Stelle im Jahre 1950 nicht vorgreifen.

II.

Die Flutherscheinungen zwischen Helgoland und Bremen

von

Oberbaudirector **Franzius.**

Indem ich es unternehme, vor einer solchen Versammlung über einen Gegenstand zu sprechen, der in seiner äusseren Erscheinung schon im Voraus in jedem Kalender eingregistrirt und damit für Manchen erledigt ist, so darf ich wohl zunächst zu meiner persönlichen Rechtfertigung anführen, dass auf einer etwas genaueren Kenntniss des Fluthphänomens die von mir seit einer Reihe von Jahren untersuchte und bereits zum grossen Theile gelöste Frage beruht: Kann Bremen Seehafenstadt werden? Vielleicht interessirt aber die Herren Naturforscher weit mehr als jene praktische Frage, aus meinem Vortrage zu ersehen, dass fast die wichtigsten Theile der Gesammterscheinung noch völlig problematisch sind, und ich glaube, dass ein ungelöstes Problem für den Gaumen des Naturforschers immer das schmackhafteste Gericht bleibt. Damit aber auch die etwa anwesenden Herren Aerzte nicht leer ausgehen, will ich gleich für diese vorausschicken, dass die praktische Frage, wie weit durch die Wesercorrection und die dadurch vermehrte Fluthbewegung die in der Stadt ausgebrüteten Bacillen sich nach oben hin begeben und auf diese Weise auch oberhalb der Stadt geschöpftes Trinkwasser beleben können, jetzt die Aerzte dieser Stadt in grosse Aufregung gesetzt hat.

Indem ich auch zu meiner Freude Damen in diesem Kreise sehe, in welchem es als ausgemacht gilt, dass schon leise Andeutungen dem weiblichen Verstande die complicirtesten Vorgänge begreiflich machen, so gestatte ich mir, die Grundlage der Ebbe und Flutherscheinung in aller Kürze anzuführen.

Die Ursache des täglich nahezu zweimal, oder genauer in je $12^h\,25'\,14{,}16''$ erfolgenden Steigens und Fallens des Meeresspiegels ist bekanntlich die durch die Bewegung der Himmelskörper und namentlich der Erde selbst hervorgerufene Veränderung in der Anziehungskraft von Sonne und Mond auf die einzelnen Punkte der Erdoberfläche. Weil nun die Anziehungskraft im einfachen Verhältniss der Masse, aber im umgekehrten quadratischen Verhältniss der Entfernungen wirkt, so ergiebt sich nach diesem sehr einfachen Satze aus den Massen und Ent-

fernungen, dass sich auf der Erde erstens die flutherzeugende Kraft der Sonne (trotz ihrer so viel bedeutenderen Grösse, aber wegen ihrer grösseren Entfernung) zu der des Mondes verhält wie 1 : 2,214, und dass sich zweitens durch die Differenz in der Anziehung auf die dem betreffenden Himmelskörper zu- oder abgewandte Seite der Erde je 2 Sonnen- und je 2 Mondfluthen auf der Erdoberfläche bilden. In Folge des fortwährenden Wechsels der Stellungen von Sonne und Mond zu einander entsteht auch ein ebenso ununterbrochener Wechsel in der Lage der Mond- und Sonnenfluthwellen gegeneinander, indem dieselben zeitweilig um ein Viertel des Erdumfangs voneinander abstehen, zeitweilig aber miteinander zusammentreffen. Diese sich während der Hälfte eines synodischen Monats vollziehenden Aenderungen in Zeit und Höhe der Fluthen nennt man halbmonatliche Ungleichheit. Treffen Mondniedrigwasser mit Sonnenhochwasser zusammen, so bleibt nur die Differenz beider Fluthhöhen, oder es giebt eine sogenannte Nipp- oder Taubefluth; treffen aber beide Arten Hochwasser und Niedrigwasser zusammen, so ändern sich die Fluthhöhen zur sogenannten Springfluth.

Ausserdem aber ändern sich die Fluthen nach Jahreszeiten und nach ganzen Jahren oder nach der Declination von Sonne und Mond gegen die Aequatorebene der Erde. In Folge dieses Umstandes sind die Aequinoctialspringfluthen gross, die Solstitialspringfluthen klein.

Aus der täglich zweimal durch die wechselnde Declination von Sonne und Mond geänderten Wirkung auf die unter demselben Breitengrade liegenden Punkte oder auf die dort erzeugten Fluthwellen entsteht die sogenannte tägliche Ungleichheit, welche um so grösser wird, je grösser die Declination beider Gestirne ist.

Es würde ermüden, weitere thatsächlich bestehende periodische Einflüsse auf die Fluthen anzuführen. Es kann aber behauptet werden, dass trotz aller scheinbaren Unregelmässigkeit auch hierin theoretisch die grösste Gesetzmässigkeit herrscht, so dass, wenn eine die Erde überall gleichmässig stark umgebende Wasserschicht vorhanden wäre, der Verlauf aller Fluthen mit Sicherheit vorher bestimmt werden könnte. Da aber bekanntlich durch die unregelmässige Gestaltung der Erdoberfläche die Wasserschicht sehr ungleichmässig dick und dabei durch Inseln und Continente zerrissen ist, und da ferner die so veränderliche Atmosphäre auf die unterliegende Hydrosphäre fortwährend hebend oder senkend, schiebend oder zurückhaltend einwirkt, so unterscheidet sich jede thatsächlich eintretende Fluth von der theoretisch unter jenen nicht stattfindenden Voraussetzungen berechneten Fluth sehr merklich.

Es müssen daher zahlreiche, fast ununterbrochene Beobachtungen nach Zeit, Höhe, Geschwindigkeit u. s. w. gesammelt und gesichtet werden, um trotz aller Unregelmässigkeit im Einzelnen die Gesetzmässigkeit des Ganzen zu constatiren.

Dies geschieht heutzutage am vollkommensten durch die selbstregistrirenden Fluthmesser oder Mareographen, welche im Wesentlichen aus einer Verbindung von einem gewöhnlichen Uhrwerk und einem Schwimmkörper besteht. Das Uhrwerk treibt einen senkrecht stehenden, mit Papier bespannten Cylinder in einer gewissen Zeit, z. B. 24 Stunden oder einer ganzen Woche einmal herum, während der Schwimmkörper mit dem steigenden oder fallenden Wasser auf- und niedergeht und mit Hülfe einer, seine Bewegung verkleinernden Uebersetzung einen Schreibstift auf jenem Cylinder auf und ab bewegt. So zeichnet also der Apparat fortwährend die sogenannte Fluthcurve, deren Abcissen die Zeit und deren Ordinaten die zeitweilige Wasserhöhe bedeuten. Je nach der erwähnten Zeitgrösse fallen die Curven sehr flach oder sehr spitz aus, wobei aber leicht ein und derselbe Hauptapparat durch Anbringung zweier Cylinder sowohl die eine als auch die andere Art Curven liefern kann, was z. B. nach den hier vorliegenden Aufzeichnungen auf dem Leuchtthurme am Rothensande in der Wesermündung der Fall ist.

Wenn nun, wie dies behufs Ausführung der Unterwesercorrection geschehen ist, eine grössere Anzahl von solchen Pegeln an einem Flusse aufgestellt und die nöthige Uebereinstimmung ihrer Uhren gesichert wird, so kann aus einer Zusammenstellung der einzelnen Aufzeichnungen auf ein einziges Blatt das Fortschreiten der Fluthwelle von Ort zu Ort in beliebiger Genauigkeit constatirt werden. Auf diese Weise gewinnt man das Bild der zu einer bestimmten Zeit stattfindenden Lage des Wasserspiegels oder der Fluthwelle, also auch einer beliebigen Anzahl solcher Bilder während einer ganzen Fluthperiode oder Tide, wie dieselbe an der ganzen deutschen Nordseeküste von Altersher genannt wird, im Gegensatz zu dem neuen oberdeutschen Wort „Gezeit“.

Aus diesen hier in unseren Beispielen dargestellten Fluthwellen ist man in Verbindung mit der Kenntniss der Oberflächen im Stande, auch die Wassermengen und aus diesen endlich, nach Ermittelung der jeweiligen Profilgrössen, auch die wechselnden Geschwindigkeiten zu berechnen.

Wenn auch noch nicht mit diesen, durch die neueste Technik gebotenen Hülfsmitteln, aber mit der werthvolleren Hülfe seiner eigenen Genialität, hat in den Jahren von etwa 1830 bis 1850 der englische Geistliche W. Whewell die grossartigste, allerdings in ihren Einzelheiten mehrfach fehlerhafte Zusammenstellung von vereinzelten Beobachtungen geschaffen und in den Philosophical transactions jener Jahre niedergelegt, indem er für die ganze Erde seine „cotidal lines“ oder Isorachien, d. h. Linien gleicher Hochwasserzeit entwarf. Zwar hat er selbst nach jahrelangen Bemühungen seine Ziele als unerreicht anerkannt, indem er 1847 sagt: „Ich sehe ein, dass Versuche, solche Linien quer über einen weiten Ocean mittels der nur an Ufern angestellten Beobachtungen zu

ziehen, werthlos sein müssen". Aber Whewell hat für engere Meere genügend sichere Resultate gewonnen und namentlich die uns zur Zeit besonders interessirenden und überhaupt merkwürdigen Vorgänge in der Nordsee und an der West- und Südseite von England überaus anschaulich gemacht. Ich habe aus den von ihm gezeichneten Karten, sowie aus den später zu besprechenden Untersuchungen von Beechy die hier in grösserem Maassstabe vorliegende Karte des südlichen Theiles der Nordsee und des ganzen englischen Kanals zusammengestellt. Dieselbe enthält an den sämmtlichen Küsten die Fluthhöhen in parallelen Linien, deren jede einzelne 1 englische Yard, also fast 1 Meter bedeutet. Man sieht demnach, wie z. B. in der Mündung des Severn 10 Meter und in der Bucht von St. Malo sogar 12 Meter Fluthhöhe stattfinden, während an der holländischen Küste dieselbe bis auf 1 bis 2 Meter abnimmt. Die erstere Erscheinung ist zweifellos dem Anprall der Fluthwelle in trichterförmige Buchten zuzuschreiben, während die locale Verminderung an der holländischen Küste höchst wahrscheinlich von der Durchdringung und der Interferenz der zwei verschiedenen Fluthwellen herrührt, von denen die eine durch den Kanal, die andere um Schottland herum in die Nordsee eindringt. Dabei verlaufen sie an der genannten Küste so, dass im Wesentlichen das Hoch- und Niedrigwasser der einen und anderen Welle sich treffen, also eine Abminderung der Wellenhöhe bewirkt wird. Hierfür ist die Fluthcurve am Helder, welche eine um mehrere Stunden nahezu gleichbleibende Höhe des Hochwassers zeigt, ein sicherer Beleg.

Der Verlauf der genannten Wellen, welche allerdings beide aus einer einzigen langen Welle des atlantischen Oceans entspringen, ist nun in den hier vorliegenden Karten durch die Isorachien Whewell's dargestellt, indem dieselben durch die betreffenden Stundenzahlen nach der Zeit von Greenwich gekennzeichnet sind. Das Vordringen des Hochwasserscheitels in jeder Stunde geschieht demnach offenbar so, dass die Welle an den Ufern sehr verzögert wird, wogegen sie in der freien Mitte wesentlich rascher läuft. Hierbei scheint ausserdem die Geschwindigkeit zugleich etwas abhängig von der Tiefe des Meeres, welche durch besondere Fadenlinien und verschieden getuschte Flächen in der Karte anschaulich gemacht ist.

Vor der Themsemündung treffen sich demnach 2 Wellen um 12 Uhr, wovon jedoch die um Schottland herum gelaufene Welle 12 Stunden älter ist, als die durch den Kanal gekommene, wogegen an der jütischen Küste die durch den Kanal und quer durch die ganze Nordsee gelaufene Welle wiederum 12 Stunden mehr gebraucht hat, als die von Norden her in die Nordsee eingedrungene Welle.

Es ist sehr zu beklagen, dass Whewell's Studien nicht in der gleichen Ausdehnung verfolgt und von den ihnen noch anhaftenden Unvollkommenheiten befreit sind.

Ist nun schon das Fortschreiten der Fluthwellen eine complicirte Erscheinung, so wird an manchen Küsten das Gesammtbild der Ebbe und Fluth durch die damit verbundenen Strömungsverhältnisse noch wesentlich schwerer zu verstehen. Die bedeutendsten Beobachtungen in dieser Hinsicht hat der englische Capitän Beechy angestellt, worüber derselbe in den Philosophical transactions von 1848 und 1857 Mittheilung macht. Beechy hat an zahlreichen Punkten der irischen See und des südwestlichen Theiles der Nordsee von verankerten Schiffen aus die Strömungen während verschiedener Fluthhöhen mindestens 12 Stunden hindurch mit selbstregistrirenden Loggen messen lassen und darnach für jede Stunde die beobachteten Stromrichtungen in Karten eingetragen.

Aus den Beechy'schen Beobachtungen geht hervor, dass z. B. im südlichen Theile der Nordsee und im östlichen Theile des Kanals die Fluthströme, der eine von Norden, der andere von Westen, anhaltend auf den engsten Punkt des Kanals, Dover, zufliessen, bis es dort Hochwasser geworden ist. Dann erfolgt über diesem ganzen Gebiet der Stromwechsel fast gleichzeitig. Es ist dies in der hier mitgetheilten Figur durch die Lage der mit den betreffenden Stunden bezeichneten Fluthwellen, sowie durch Beifügung von Pfeilen für die jeweiligen Stromrichtungen dargestellt. Ebenso ist in der Whewell'schen Karte die Richtung der Strömungen 1 Stunde nach Hochwasser in Dover durch Pfeile nach den Beechy'schen Beobachtungen angegeben. Beechy hat auf diese Weise nachgewiesen, dass durch das Zusammenlaufen zweier oder mehrerer Fluthwellen eine Unabhängigkeit der Stromrichtung von dem Gefälle des Wasserspiegels eintritt, dass also zu Zeiten der Strom bergauf fliesst.

Es klingt dies anfangs wohl befremdlich, aber bei der Betrachtung der gesammten Erscheinungen des Meeres muss man sich überhaupt zunächst frei machen von den Vorstellungen, zu welchen die Erscheinungen des Wassers im Binnenlande geführt haben. Hier steht bekanntlich nach allgemeinem Glauben, wenn auch nicht thatsächlich, jedes stillstehende Wasser genau horizontal, sowie jedes sich bewegende Wasser, mit Ausnahme des Druckwassers in Wasserleitungen oder eines geschleuderten Strahles, bergab fliesst.

Auf dem offenen Meere ist man aber schon daran gewöhnt, den sogenannten Spiegel nicht als horizontal anzusehen, seit meines Wissens zuerst Gauss im Jahre 1828 darauf hingewiesen hatte, dass wegen der ungleichen Dichtigkeit und Vertheilung der festen und flüssigen Massen an und unter der Erdoberfläche auch erhebliche Unterschiede in der Höhe des Meeresspiegels stattfinden müssen. Wenn man nämlich den Luftdruck als constant voraussetzt, von Ebbe und Fluth und denjenigen Ursachen, welche die beständigen Meeresströmungen bewirken, endlich auch von der Centrifugalkraft absieht, so muss die Oberfläche des Meeres

in jedem Punkte senkrecht zu der dort thatsächlich stattfindenden Richtung des Lothfadens liegen. Diese Richtung weicht nun je nach der grösseren örtlichen Unebenheit und Ungleichheit der Dichte um so stärker von der theoretischen auf den Mittelpunkt der Erde gedachten Lothlinie ab. Es muss also namentlich bei tiefen Meeren mit hohen und steilen Ufern eine erhebliche Lothabweichung, sowie eine entsprechende Neigung des Meeresspiegels von den Ufern nach den tiefen Stellen des Meeres hin vorhanden sein. Umgekehrt muss auch nach dem Lande hin ein Ansteigen der vom Meere aus fortgesetzt gedachten Wasserfläche, z. B. der vom Meere bis in die Mitte des Landes hingezogenen offenen Kanäle stattfinden.

Man nennt diese von der Fläche des Normalsphäroids abweichende und ebenfalls zum grossen Theile nur gedachte Gleichgewichtsfläche das Geoid.

Mehrere neuere Physiker, von denen ich vorzugsweise Stokes, Ph. Fischer und Bruns nennen möchte, haben den Versuch gemacht, die Aus- und Einbiegungen der Meeresfläche oder die Lage des Geoid gegen das Normalsphäroid zu ermitteln. Nach diesen Untersuchungen muss angenommen werden, dass die Amplitude dieser Abweichungen das Maass von 1000 Metern wenn nicht überschreitet, so doch nahe erreicht. Andere, so z. B. Helmert, haben berechnet, dass im Inneren grosser Continente der gedachte Meeresspiegel um etwa 500 Meter über dem normalen Spiegel stehen müsste.

Nach diesen kurzen Angaben kann schon selbst für ein so kleines Meer, wie die Nordsee, von einem einheitlichen gleichmässigen, dem Normalsphäroid sich anschliessenden Wasserspiegel nicht mehr die Rede sein. Es ist vielmehr mit Sicherheit anzunehmen, dass der Nordseespiegel muldenförmig gestaltet, dabei im Ganzen von Osten nach Westen hin geneigt ist und namentlich in der Nähe der norwegischen Küste seine höchste Erhebung besitzt.

Wenn nun auch wegen der verhältnissmässig nur unbedeutenden Höhenunterschiede in der südöstlichen Ecke der Nordsee, also zwischen Helgoland und den Mündungen der deutschen Flüsse, keine grossen Abweichungen in der Spiegelhöhe vorkommen können, so ist es doch gewiss interessant zu sehen, wie von einem Küstenpunkte Norwegens aus in einer über Helgoland in die Wesermündung hineingezogenen Linie die Meeresfläche sich ungefähr stellen wird.

Um diese Darstellung zu gewinnen, ist die von Helmert in seiner Geodäsie angestellte Berechnung der durch die grossen Continente einerseits und die grossen Oceane andererseits verursachten Abweichungen des Geoids vom Normalsphäroid zu Grunde gelegt und zum Theil durch Interpolation, zum Theil durch neue Rechnung erweitert. Nach Helmert liegt, wie die hierfür besonders angefertigte Karte zeigt, nämlich auf

einer etwa die westliche Grenze Russlands verfolgenden Linie die Berührungslinie zwischen Geoid und Sphäroid, oder das Null, während schon durch die westöstliche Mitte des südlichen Schweden eine Depression von 100 Metern, an der äussersten Westküste Norwegens und über Helgoland eine solche von 200 Metern und durch die Ostküste von England eine von 300 Metern geht. Durch gleichmässige Interpolation sind zunächst für je 25 Meter Höhenunterschied Zwischenlinien gelegt.

Sodann ist die Wirkung der südlicheren Hälfte Norwegens und Schwedens bestimmt, indem dafür eine Kreisfläche von 54 geographischen Meilen Halbmesser mit dem Mittelpunkt etwas nördlich von Christiania und einer Durchschnittshöhe von 1300 Metern über dem Meere angenommen wurde.

Indem nun für eine grössere Zahl von concentrischen Kreisen die ihrer Peripherie zukommende und durch diese Gebirgsmassen veranlasste Hebung berechnet ist, bedurfte es nur einer Summirung dieser Zahlen mit den für die allgemeinen continentalen Verhältnisse ermittelten, um zunächst an dem Schnittpunkte der betreffenden Linien bestimmte Höhen für das Geoid zu erhalten. Durch Interpolation sind aber auch andere zwischenliegende Punkte zu bestimmen.

Das hier mitgetheilte Längenprofil stellt nun eine Linie der Nordsee dar, welche westlich von Trondheim mit — 98 Meter beginnt, in der Nähe von Bergen — 148, in der Nähe von Stavanger — 173, und von dort in gerader Richtung auf Helgoland gehend in der Höhe des Lymfiords — 182, bei Helgoland — 188,1 und bei Bremerhaven — 188,8 Meter Höhe unter der Fläche des Normalsphäroids erreicht. Nebenbei sei bemerkt, dass nach derselben Untersuchung wegen der weit östlicheren Lage das Meer bei Cap Skagen circa 70 Meter höher als Helgoland liegen würde.

Nun muss zunächst bei diesen Angaben, die vor allen Dingen nur die grosse Bedeutung des Unterschiedes zwischen Geoid und Sphäroid zeigen sollen, noch corrigirend hinzugefügt werden, dass für den südlichen Theil der Nordsee, wo gerade die Wirkung Skandinaviens geringer wird, die locale Wirkung des nördlichen Deutschlands, sowie Dänemarks und Englands, und im umgekehrten Sinne auch die Tiefe der Nordsee selbst in Betracht zu ziehen ist. Für die gewählte eben beschriebene Linie werden sich dabei aber England und Dänemark wegen der fast parallelen Erstreckung nahezu neutral verhalten.

Bei Deutschland fragt es sich, da das Hauptmassiv bereits in der allgemeinen Wirkung des Continents seine Berücksichtigung gefunden hat, welcher Theil von ihm und mit welcher Höhe anzurechnen sei. Wenn man nun dafür einen Kreis von 46 geographischen Meilen Halbmesser, dessen Mittelpunkt nahe bei Eisenach liegt, und dabei eine mittlere Höhe von 20 Meter über dem Meere annimmt, ferner die Tiefe des in

Betracht kommenden Theiles der Nordsee zu 50 Meter rechnet, so ergiebt sich der Einfluss dieser Höhenunterschiede für Bremerhaven zu + 1,5 und für Helgoland zu + 1,2 Meter Erhebung.

Somit verkleinert sich die allein durch den Einfluss Skandinaviens verursachte Hebung bei Helgoland gegen Bremerhaven von 0,7 Meter um den Unterschied von 0,3 Meter, welchen das nördliche Deutschland nebst einem Theil der Nordsee hervorrufen, also auf das Maass von 0,4 Meter.

Ich bemerke aber hierbei nochmals ausdrücklich, dass diese so gefundene Zahl nur das Ergebniss sehr allgemeiner Rechnungsgrundlagen ist und noch einer mannigfachen Correctur bedarf.

So ist namentlich der Einfluss der etwaigen verschiedenen Dichtigkeit der Erde unter den in Frage kommenden Land- und Seegebieten nicht berücksichtigt. Aber die vorgeführte Untersuchung zeigt, dass für die ähnlichen Fälle zwischen dem Geoid und Sphäroid vorsichtig zu unterscheiden ist, endlich aber, dass mit dem gewöhnlichen Wasserwaagennivellement die Höhenunterschiede, auf das Normalsphäroid bezogen, gar nicht zu finden sind. Denn die Libelle in dem Nivellirinstrument steht allemal parallel zur örtlichen Fläche des Geoid, und das so gefundene nivellitische Resultat giebt nur den Höhenunterschied zweier Punkte in Bezug auf das Geoid. Es ist gewiss zu vermuthen, dass manche sich widersprechende Angaben über Höhenunterschiede, namentlich für Meereshöhen, auf einer Verwechselung des Geoids mit dem Normalsphäroid beruhen.

Ich darf wohl hier nach diesen vielleicht etwas beängstigenden Angaben die beruhigende Mittheilung machen, dass sich seit einigen Jahren das geodätische Institut in Berlin bemüht, eine sichere Beziehung zwischen den Höhenverhältnissen Helgolands und des Festlands bei Cuxhaven festzustellen. Da dieselben aber noch nicht zum Abschlusse gebracht sind, so halte ich mich nicht für berechtigt, die mir von befreundeter Seite gemachten vorläufigen Ergebnisse dieser Untersuchung hier vorzuführen.

Ist nun, nach dem bis jetzt Betrachteten, die Nordsee durch die Ebbe und Fluth sehr verschieden beeinflusst, und andererseits durch die ungleich grosse Anziehungskraft auch nichts weniger als eine ebene Fläche, so fragt sich nun noch, wie unter diesen Verhältnissen sich das Anlaufen der Fluthwelle von der See aus nach dem Lande hin vollzieht, oder wie sich an den verschiedenen Punkten das betreffende Mittelwasser zu dem dortigen Hoch- und Niedrigwasser stellt. Erst nach Erledigung dieser Betrachtung und genauer Kenntniss der anderen angedeuteten Umstände würde man im Stande sein, die thatsächlichen Höhenverhältnisse — wenn sie überhaupt bekannt wären — zu erklären.

Wenn man für das Anlaufen der Fluthwellen nach dem Lande hin,

also zwischen Helgoland und Bremerhaven das Gesetz der reinen Wellenschwingung allein geltend macht, so müssen sich die Hebungen und Senkungen gleichweit von dem mittleren Wasserstande entfernen. Diese Annahme ist in den von mir hierneben gegebenen bildlichen Darstellungen gemacht, und zwar sowohl, weil sie am meisten der Wahrscheinlichkeit nahe kommen dürfte, sodann, weil dabei die Erscheinung am einfachsten wird.

Aber da nach den von mir gemittelten Fluthcurven von Helgoland die mittlere Dauer der Fluth $5^h 44'$ und die der Ebbe $6^h 41'$ beträgt, während in Bremerhaven die analogen Werthe $5^h 57'$ und $6^h 28'$ sind, so ist schon hieraus klar, dass bei Helgoland bereits die Einwirkung der Küste und der in derselben befindlichen Einbuchtungen oder der verschiedenen Stromgebiete Jade, Weser, Elbe, Eider u. s. w. sich geltend macht. Es wird zunächst die Fluthwelle in ihrem unteren Theile etwas verzögert, so dass vergleichsweise der Gipfel voreilt und die Fluthdauer sich verkleinert. Hiernach darf vermuthet werden, dass ähnlich wie in den oberen Partien eines Flussgebietes sich auch zwischen Helgoland und Bremerhaven die Fluth verhältnissmässig landwärts höher erhebt als die Ebbe abfällt, zumal da die Fluthwelle vorher noch keine Abschwächung erfahren hat.

Jedenfalls bleibt es nun im höchsten Grade interessant, dass, wie ich für Helgoland auf Grund einer Anzahl von Fluthcurven des Jahres 1889 ermittelt habe, dort nur ein mittlerer Fluthwechsel von 1,84 Meter stattfindet, wogegen derselbe nach den Angaben des hydrographischen Amtes bei Cuxhaven rund 3,1, bei Bremerhaven 3,3 und bei Wilhelmshaven sogar 3,8 beträgt. Ich bemerke hierbei, dass wegen der verhältnissmässig erst kurzen Dauer sorgfältigerer Messungen, insbesondere mit selbstregistrirenden Pegeln, alle diese Maasse nicht genau feststehen. Die grosse Verschiedenheit dieser Maasse ist aber aus der Lage der Beobachtungspunkte an den sehr verschieden gestalteten Mündungstrichtern der betreffenden Flüsse zu erklären. Cuxhaven liegt am meisten seewärts, dabei gewissermaassen am äusseren Rande des Trichters, und hat den längsten Fluss hinter sich, erhält deshalb eine am wenigsten aufgestaute Fluthwelle. Alle diese Umstände sind verhältnissmässig für Bremerhaven und mehr noch für Wilhelmshaven im Sinne einer höheren Fluthentwickelung günstiger.

Leider ist es nach den bisherigen Beobachtungen nicht möglich, mit Sicherheit die Hafenzeiten für Helgoland und den nächsten, 39 Kilometer landwärts liegenden Beobachtungspunkt in der Weser-Mündung, den Leuchtthurm am Rothensande, gegeneinander festzulegen. Es darf bei der Lage des Rothensandthurmes am tiefen Schlauche der Aussenweser nicht Wunder nehmen, dass die Hafenzeit mit der von Helgoland übereinstimmt, wenn man daneben bedenkt, dass die von der offenen Nordsee

herkommende Fluthwelle im Wesentlichen von Westen nach Osten gerichtet sein wird. Während aber Helgoland noch so gut wie von allen Seiten frei liegt, findet bei dem Rothensande schon eine starke Trichterbildung, wenn auch nur zwischen tief unter Niedrigwasser liegenden Sandbänken statt. Daher erhält der Rothensandthurm eine bedeutende Vergrösserung der Fluthhöhe gegen Helgoland, nämlich auf 2,68 Meter, also etwa um die Hälfte jener Grösse.

Vom Rothensandthurm bis zu dem 45 Kilometer landeinwärts liegenden Bremerhafen ist nun nach meinen Ermittelungen eine Differenz in der Hafenzeit von 1 Stunde 28 Minuten, und dabei eine Zunahme der Fluthgrösse von 0,78 Meter oder von 2,68 auf 3,30 Meter. Es ergiebt sich darnach eine Geschwindigkeit des Fluthgipfels von 8,52 Meter in der Secunde.

Um nicht zu ermüden, verweise ich hinsichtlich der weiteren Zahlenwerthe für den Verlauf der Fluth von Bremerhafen bis Bremen auf meine verschiedenen Veröffentlichungen über die Unterwesercorrection. Doch glaube ich die allgemeinen Erscheinungen unter Bezugnahme auf die hier vorgeführten Längenprofile zwischen Helgoland und Bremen kurz besprechen zu sollen.

Es erreicht darnach die Fluthhöhe bei Bremerhaven ihr Maximum und nimmt allmählich, wenn auch wegen der noch nicht ganz beseitigten Unregelmässigkeiten des Weserbettes nicht gleichmässig, nach oben hin an Grösse ab, bis sie in etwa 5 Kilometer Entfernung oberhalb Bremens verschwindet. Dass mit zunehmender Correction die sämmtlichen Fluthverhältnisse oberhalb Bremerhavens sich ändern müssen, ist selbstverständlich und eben die Grundlage für das Gelingen und den Bestand der Correctionsarbeiten. Es muss sich namentlich in der oberen Fluthstrecke der Niedrigwasserspiegel erheblich senken, z. B. bei Vegesack um etwa 1 Meter, wogegen sich der Hochwasserspiegel fast gar nicht verändert. Dagegen nimmt die Fortschrittsgeschwindigkeit der Fluthwelle wesentlich zu, so dass nicht allein zwischen Hoch- und Niedrigwasserspiegel ein grösserer Fassungsraum entsteht, sondern derselbe auch in vollständiger Weise durch die auflaufende Fluthwelle angefüllt wird. Dieses ist mit Leichtigkeit aus der Vergleichung der zwei hier nebeneinander gehängten Blätter ersichtlich, auf welchen die Fluthwellen von Stunde zu Stunde vor der Correction und nach derselben gezeichnet sind.

Als wichtigstes Resultat für die Correction ergiebt sich z. B. hieraus, dass die mittlere Wassermenge einer Secunde in der ehemaligen schlimmsten Barrengegend bei Farge von 400 Cubikmeter auf 990 und die Wassergeschwindigkeit ebendaselbst von 0,33 auf 0,73 Meter in der Secunde wächst. Da die Geschwindigkeit im Verhältnisse ihrer Quadrate wirksam ist zur Fortschiebung der gröberen Sinkstoffe, so ergiebt

sich, dass z. B. in jener Barrengegend die Stromkraft nach der Correction etwa 12mal so gross als vor der Correction werden wird. Ich darf wohl als selbstverständlich hinzufügen, dass auch auf der ganzen zu corrigirenden Strecke eine Zunahme der Stromkraft angestrebt und sicher erreicht werden wird, so dass z. B. auch bei Bremerhaven eine solche von etwa 14 zu 27 zu erwarten ist. Dass eine solche Zunahme bei Bremerhaven auch der Strecke unterhalb dieses Punktes zu Gute kommen muss, ist gewiss einleuchtend, zumal wenn bedacht wird, dass die für die Ausführung der Correction nothwendige Bewegung der Erdmassen zum weitaus grössten Theile nur in einer Verschiebung innerhalb des Flussbettes besteht und nur ein verhältnissmässig sehr kleiner Theil nach aussen hin oder unterhalb Bremerhavens fortgeschwemmt werden soll. Die sehr bedeutende Vermehrung der Stromkraft, welche dauernd wirkt, giebt also sichere Gewähr, dass die nur vorübergehende Zuführung eines geringen Quantums von Sinkstoffen keine Verschlechterung herbeiführen kann, dass vielmehr eine dauernde Verbesserung die Folge der ganzen Correction sein muss.

Es sei hier kurz noch angeführt, dass in Bremen bei mittlerem Sommerwasser in 1 Secunde 150 Cbm. und bei höchstem Oberwasser ca. 4000 Cbm. abwärts fliessen, während sich im Mittel der ganzen Ebbe und Fluth bei Bremerhaven (vor der Correctur) 6400 Cbm. und in der Mündung unterhalb des Rothensandthurmes etwa 56000 Cbm. in 1 Secunde bewegen. Hier steigert sich aber die Maximalbewegung während derselben gewöhnlichen Fluth auf etwa 100000 Cbm. und bei hohen Sturmfluthen sogar reichlich auf das Doppelte.

Wie nun bereits vorhin erwähnt wurde, beträgt die Fortschrittsgeschwindigkeit der Fluthwelle zwischen Rothensand und Bremerhaven nur 8,52 Meter, wogegen sie oberhalb Bremerhavens bis Brake zu 9,62 Meter berechnet ist. Es zeigt schon dieses Verhältniss, dass unterhalb Bremerhaven das Flussbett mangelhaft beschaffen sein muss, wie dies thatsächlich der Fall ist, indem in Folge einer seit mehreren Jahrzehnten ausgebildeten Stromspaltung sich etwa 5 Kilometer unterhalb Bremerhavens eine Barre gebildet hat, welche um etwa 1,5 Meter sich über der bei normalen Verhältnissen dort vorhanden zu denkenden Sohle erhebt. Ein von mir bearbeitetes besonderes Project bezweckt auch diese Barre zu beseitigen, wodurch namentlich den grösseren Schiffen nach Bremerhaven, Geestemünde und Nordenham ein wesentlicher Vortheil erwachsen würde.

Aus dem in grossem Maassstabe gezeichneten Längenprofile, bei welchem freilich einerseits die Höhenverhältnisse nur mit Bezug auf das Geoid richtig sind und andererseits unterhalb Bremerhavens nur auf einer noch nicht erwiesenen Annahme beruhen, geht nun das An- und Ablaufen der Fluth und Ebbe deutlich hervor. Indem zeitweilig, namentlich an

den höheren Stellen des Flusses, die Fluth und Ebbe mit starker Neigung gegen einander laufen, aber die obere Welle immer schwächer, so zu sagen magerer wird, muss offenbar aus ihrem Ebbeabhang fortwährend Wasser in den Fluthabhang der ihr von unten her nachfolgenden Welle übergehen. Es giebt diese Thatsache eine Beruhigung für die an manchen Orten der Unterweser gehegte Befürchtung, dass mit der Correction auch das Salzwasser erheblich weiter in den Fluss hinaufdrängen werde. Allerdings wird die Welle namentlich in ihrem oberen Verlauf voller werden, als vor der Correction, jedoch wesentlich mit Hülfe desjenigen Wassers, welches schon einmal flussabwärts geflossen ist, während die Vermehrung des Wassers aus der See nur in dem unteren Theile der Welle wirksam ist. Zweifellos bewirkt auch das aus dem Fluthgebiete der Jade, Weser und namentlich der Elbe bei Ebbe zurückfliessende Wasser, dass sich der Fluthabhang der von der See herkommenden neuen Welle dadurch gewissermaassen aufstaut oder verkürzt. Es geht dies deutlich aus den bereits oben erwähnten Fluthcurven von Helgoland hervor, welche weit mehr die Form einer Fluthcurve in einem Flusse als einer in offenem Meere besitzen.

Besonders auffallend ist ferner, wie sich in der Zeit der halben Fluth bis in die Gegend von Brake die Fluthwelle rasch und ungehindert bewegt, wie dies aus der nahezu horizontalen Lage der betreffenden Fluthwellenlinien hervorgeht, wogegen sie oberhalb sich nur mühsam entwickelt. Wie aber die Zeichnungen der nach ausgeführter Correction muthmaasslich eintretenden Fluthwellen ergeben, muss alsdann auch im oberen Theile des Flusses ein leichteres Auflaufen der Fluth stattfinden. Auf die Correction hier näher einzugehen, verbietet der Mangel an Zeit. Einige der hier aufgehängten Karten, welche den Zustand des Flussbettes vor Beginn der Correction und etwa 2 Jahre später darstellen, sowie die zur Zeit in der hiesigen Ausstellung vorgeführten Modelle dürften dem sich dafür Interessirenden einen raschen Ueberblick gewähren.

Zum Schlusse meines Vortrages darf ich also Folgendes zusammenfassen:

Es sind die Ebbe- und Fluthverhältnisse und die daneben stattfindenden Höhen des Wasserspiegels in der südlichen Ecke der Nordsee zwischen Helgoland und unseren Flussmündungen von einer ganz besonderen Mannigfaltigkeit. Die doppelte Welle, welche die Nordsee durchläuft, die Neigung des Wassers von Nordosten nach Südwesten in Folge der localen Anziehung der skandinavischen Gebirgsmassen, die Art, wie die Fluth gegen die flache Küste anläuft, und die Einwirkung der fast auf einen Punkt zusammen gerichteten Strommündungen bieten jedes für sich ein besonders schwieriges Problem, dessen Erforschung lange Zeit und viel Mühe erfordert.

Hoffen wir deshalb, dass die von unserem geodätischen Institut unternommene Aufgabe, die Insel Helgoland durch ein trigonometrisches Nivellement gegen das Festland festzulegen, bald von gleichem Erfolge gekrönt werden möge, wie die Bemühungen unserer Reichsregierung um die politische Wiederverknüpfung dieser verloren gewesenen Lieblingsinsel mit dem deutschen Vaterlande.

III.

Die pelagische Thierwelt in grossen Meerestiefen

von

Carl Chun.

Hochansehnliche Versammlung!

Rechnen Sie es mir nicht als Unbescheidenheit an, wenn ich es wage, eine Reihe von Specialforschungen vor dem Forum dieser Versammlung zu erörtern. Es geschieht das wahrlich nicht aus einer Ueberschätzung der Bedeutung derartiger biologischer Untersuchungen, sondern mit dem Bewusstsein, dass die Kraft des Einzelnen und der Umfang unserer zoologischen Bestrebungen nicht ausreichen, um eine Anzahl von Problemen der Lösung entgegenzuführen, welche aus der Verbreitung mariner Organismen sich ergeben.

Wenn thierisches Leben in Regionen üppig pulsirt, wo die äusseren Existenzbedingungen die Lebensarbeit als vergebliches Ringen erscheinen lassen, wenn ein gewaltiger Druck von mehreren Hunderten von Atmosphären, eine Temperatur, die dem Nullpunkt nahe kommt, wenn ewige Finsterniss dem Vordringen einer erstaunlich reichen Fauna kein Hemmniss entgegensetzen, so hat wahrlich nicht nur der Zoologe, sondern auch der Physiologe, Chemiker und Physiker ein Interesse daran, zu ergründen, durch welche Mittel dem thierischen Organismus die Existenzfähigkeit in Tausenden von Metern unterhalb des Meeresspiegels gewahrt wird.

Die Erkenntniss, dass thatsächlich die Tiefen der Oceane bevölkert sind, ist freilich erst eine Errungenschaft der letzten Jahrzehnte; sie ging aus dem begreiflichen Bestreben hervor, Aufschluss über irdische Regionen zu erhalten, in welche nie der Mensch vordringen wird. Wenn kühne Entdeckungsreisende unser geographisches Wissen zu erweitern suchen, so haben wir die Ueberzeugung, dass trotz der sich aufthürmenden Hindernisse es gelingen wird, allmählich eine ausreichende Kenntniss von dem Oberflächenrelief der Erde zu erhalten. Ganz anders, wenn der Bann vorgefasster Meinungen den Forschungstrieb in unbekannte Regionen lahm legt. Und eine solche vorgefasste Meinung war es, welcher ein talentvoller englischer Zoologe, Eduard Forbes, auf der British Association im Jahre 1841 Ausdruck gab, indem er auf Grund seiner Untersuchungen im Mittelmeer darzulegen suchte, dass unterhalb einer Tiefe von 300 Faden thierisches Leben nicht mehr vorkomme und überhaupt

nicht mehr vorkommen könne. Rasch fand seine aus aprioristischen Gründen plausible Ansicht allgemeinen Beifall, rasch erkaltete das kaum erst geweckte Interesse für Tiefseeforschungen. Und doch war es kein Geringerer als John Ross, der bereits zu Anfang des Jahrhunderts, 1818, auf seiner Polarfahrt in der Baffinsbay aus einer Tiefe von 1000 Faden Schlamm hob, in dem er lebende Schlangensterne (Asterophyton Linckii) nachwies. Nicht nur hatte er dadurch die Anschauung seines Zeitgenossen Péron widerlegt, der im Auftrage der französischen Republik zwei Erdumsegelungen als Naturforscher begleitete, die Auffassung nämlich, dass der Boden der Oceane mit Eis bedeckt sei, sondern er wies auch durch diesen einen Fund unwiderleglich nach, dass selbst im hohen Norden die grossen Tiefen organischem Leben zugänglich sind. Sein Befund gerieth freilich in Vergessenheit und es bedurfte der stillen Thätigkeit nordischer Forscher, um allmählich Zweifel an der Forbesschen Abyssustheorie wachzurufen.

Michael Sars, der schon als Candidatus theologiae und als Pfarrer in Kind bei Bergen seine bahnbrechenden Entdeckungen über den Generationswechsel publicirte, fand in Gemeinschaft mit seinem Sohne im Jahre 1850 eine reiche abyssale Fauna an den Lofoten in einer Tiefe von 450 Faden. Ebensowenig konnten Lovén und der als Dichter wie als Zoologe gleich gefeierte Asbjörnson eine Grenze für das thierische Leben in den grossen Tiefen der skandinavischen Küste nachweisen.

Doch noch von einer anderen Seite sollte die Anregung zu Tiefseeforschungen kommen. In den fünfziger Jahren wurde die Legung der transatlantischen Kabel geplant. Eifrig war man bemüht, die Tiefen zu lothen, bevor die Kabel versenkt wurden. Schon bei diesen Vorarbeiten ergaben sich unzweideutige Beweise für die Existenz einer Fauna in Tiefen von mehr als 1000 Faden; noch drastischer mehrten sich die Beweise, als das erste transatlantische Kabel, welches 1858 gelegt wurde, riss und bald darauf dem Sardinien und Algier verbindenden Kabel dasselbe Schicksal widerfuhr. Beide Kabel wurden wieder aufgefischt, auf beiden hatten sich Thiere angesiedelt. Drei Jahre hatten genügt, dass auf dem mittelländischen Kabel in einer Tiefe von 3600 Metern Vertreter von 15 Thierarten festsitzend gefunden wurden.

Begreiflich, dass diese Befunde allgemeines Aufsehen erregten. Lehrten sie doch eine Geschmeidigkeit und Anpassungsfähigkeit des thierischen Organismus an Existenzbedingungen kennen, die Alles überbot, was wir bisher von der geographischen Verbreitung thierischer Organismen in anscheinend dem Leben feindlichen Regionen wussten. Die gefeiertsten Biologen, ein Ehrenberg, Huxley und Milne Edwards, äusserten sich in Gutachten über die Tiefseeproben — sie alle stimmten darin überein, dass bei systematisch betriebenen Tiefseeforschungen eine neue Welt dem Zoologen sich eröffnen würde.

Der richtige Mann, welcher mit umfassendem Wissen und nie versagender Begeisterung die neue Aera inaugurirte, fand sich denn auch bald in dem Edinburger Professor Wyville Thomson. Angeregt durch die Funde, welche Sars an den Lofoten gemacht hatte, getragen von der Ueberzeugung, dass „auf dem Boden des Meeres das gelobte Land des Zoologen liegt", wusste er gemeinsam mit seinem älteren Freunde Carpenter, dem Vicepräsidenten der Royal Society, es zu erreichen, dass zwei kleinere Marineschiffe, Lightning und die Porcupine, zur Verfügung gestellt wurden. Von 1868—1870 wurden eine Reihe von Lothungen und Dretschzügen um das Inselreich, längs der Küste von Spanien und im Mittelmeer ausgeführt. Mit ihnen war der Grund zu unseren neueren Anschauungen gelegt.

Raschlebigkeit ist die Signatur der heutigen Zeit. Kaum vermögen wir uns noch den Zauber zu vergegenwärtigen, den es auf die Menschheit ausübte, als mit dem Eintreffen des ersten Kabeltelegrammes Zeit und Raum zwischen alter und neuer Welt nur nach Bruchtheilen von Secunden bemessen wurden, kaum noch vermögen wir das Staunen zu fassen, mit welchem der Gebildete die Entdeckung der Tiefseefauna entgegennahm.

„Da drunten aber ist's fürchterlich,
Und der Mensch versuche die Götter nicht
Und begehre nimmer und nimmer zu schauen,
Was sie gnädig bedecken mit Nacht und Grauen."

Das war das Leitmotiv, welches sich durch die Mythen des Alterthums, durch die Sagen einer neueren Zeit hindurchzog. Und nun trat an Stelle der phantastischen Gestalten, mit denen man die Tiefsee bevölkerte, eine Fauna, so üppig, so farbenprächtig und reizvoll, dass man die Begeisterung begreifen wird, mit der ein Mitglied des Parlamentes auftrat und es als Ehrenpflicht Englands bezeichnete, eine Expedition in grossem Stile auszurüsten, welche die Tiefen der gesammten Oceane in den Kreis ihrer Thätigkeit ziehe. Einstimmig wurde der Antrag angenommen. Im December 1872 verliess die Corvette „Challenger" England mit einem Stabe gewiegter Forscher an Bord unter Leitung von Wyville Thomson; nach fünf Jahren kehrte sie zurück. Was sie leistete, ist eine wissenschaftliche Grossthat, die sich würdig den Ergebnissen der glanzvollsten Expeditionen zur Seite stellt. Die 30 voluminösen Quartbände, in denen bis jetzt die Ergebnisse der Expedition bearbeitet von Gelehrten aller Nationen niedergelegt sind, sprechen eine so beredte Sprache, dass für die neue Periode, in welche die Oceanographie und Zoologie eintraten, kein würdigerer Ausgangspunkt denkbar ist.

Doch auch die übrigen Nationen sicherten sich ihr Ehrentheil an der Erforschung der Tiefsee. Praktische Interessen, wie sie durch die neu geplanten Kabellegungen bedingt wurden, gingen ja öfter mit rein wissenschaftlichen Hand in Hand.

Allen voran suchten die Amerikaner unter dem Grafen Pourtalès und Alexander Agassiz die Reliefverhältnisse des westlichen atlantischen Oceans klar zu stellen. Wunderbar reich erwies sich die Tiefseefauna des mexikanischen Golfes und der caribischen See: durch wahre Urwälder gigantischer Seelilien pflügte die Dretsche des „Blake" ihre Furchen.

Nicht minder reich und eigenartig erwies sich die Tiefseefauna des hohen Nordens, wie sie 1876—1878 von skandinavischen Forschern zwischen Island und Spitzbergen entdeckt wurde und uns in Monographien geschildert wird, die an wissenschaftlichem Gehalt den Challengerpublikationen wahrlich nicht nachstehen.

Die italienische Regierung rüstete 1880 eines ihrer Schiffe aus, um unter Leitung von Giglioli die abyssalen Gründe des Mittelmeeres zu untersuchen; die Franzosen nahmen sich auf mehreren Expeditionen unter Alphonse Milne-Edwards von 1880—1883 nicht nur der Erforschung des Mittelmeeres, sondern auch derjenigen des östlichen atlantischen Oceanes mit bestem Erfolge an.

In prächtiger Ausstattung erscheint ein Werk, in dem der um die Förderung unserer Wissenschaft so verdiente Fürst Albert von Monaco seine erfolgreichen Tiefseeuntersuchungen im Mittelmeer und Ocean schildert.

Wir Deutsche haben leider bis jetzt zurückstehen müssen und es gilt erst noch einen Ehrenplatz unter jenen Nationen zu erringen, welche die Oceanographie und Tiefseeforschung in erster Linie förderten. Bereitwillig haben die Besten unter uns ihre Kräfte in den Dienst der thatkräftigen englischen Nation gestellt — was sie nach jahrelangem Mühen in den Publikationen der Challengerexpedition niederlegten, das bildet eine Fundgrube für unser zoologisches Wissen. Abgesehen jedoch von den im Vergleich mit den Leistungen der Engländer, Skandinavier und Franzosen recht bescheidenen Untersuchungen der „Gazelle" und der mit gewohnter Umsicht, aber auf wenig ergiebigem und seichtem Terrain der Nord- und Ostsee durch die Kieler Commission ausgeführten Dretschungen der „Pommerania" hat noch kein deutsches Schiff in grösserem Maassstabe die abyssalen Gründe untersucht. Und doch liegen weite Strecken noch vollständig brach. Die ostafrikanische Küste vom Cap über Madagascar und Zanzibar bis Aden, ja selbst der gesammte indische Ocean sind heute noch jungfräulicher Boden. „Afrika semper aliquid novi affert" — das gilt sicher nicht nur vom Festland, sondern auch von seinen angrenzenden Meeren. Ist es unbescheiden zu fordern, dass eine deutsche Corvette, welche die Ehre der Nation an fernen Gestaden hoch hielt, nun die Waffen ruhen lässt und für ein oder mehrere Jahre das friedliche Loth, das Tiefseethermometer und die Dretsche handhabt? Sollen wir es stets nur mit einer gewissen Selbstverständlichkeit hinnehmen, dass astronomische Expeditionen ausgesendet werden, während die Bestre-

bungen des Zoologen, welche hier Hand in Hand gehen mit jenen des Geographen, Geologen und Physikers, keinen Wiederhall in den breiten Schichten der Nation finden? Mit Freuden haben wir es begrüsst, dass im vergangenen Jahre die mit kaiserlicher Munificenz ausgestattete Plankton-Expedition den atlantischen Ocean kreuzte; der Name ihres Leiters bürgt allein schon dafür, dass die von originellen Gesichtspunkten ausgehende Untersuchung des in der Nähe der Oberfläche schwimmenden Materiales an Organismen eine Fülle von neuen Anschauungen liefern wird.

Zwei Drittel der Erdoberfläche sind in den beiden letzten Jahrzehnten uns neu erschlossen, ja geradezu neu entdeckt worden. Niemand hat mit eigenen Augen die unterseeischen Gründe geschaut und doch sind wir über das Relief des Meeresbodens, über die Beschaffenheit des Tiefseeschlammes, über die chemischen und physikalischen Eigenschaften des Tiefseewassers und vor Allem über die Fauna, welche hier lebt und webt, an manchen Stellen besser orientirt, als über die geologische Gestaltung und über die Organismenwelt grosser Länderstrecken.

Wir überzeugen uns, wie allmählich von der Küste her die Thiere in die Tiefe einwanderten; wir verfolgen Schritt für Schritt die Anpassungen, welche an den gewaltigen Druck, an die Dunkelheit und an den Aufenthalt in eisigkalten Regionen erfolgte; wir beobachten neben Arten, welche ihre nächsten Verwandten in oberflächlichen Regionen aufweisen, auch solche, die man bisher nur als Leitfossilien alter Schichtencomplexe kannte. Zum Erstaunen des Zoologen und Paläontologen sind in wundervollem Formenreichthum Glasschwämme und Seelilien lebend in der Tiefe gefunden worden, für deren Existenz nur die Schalenreste paläozoischer Arten Beweise abgeben. Sie haben sich dort unten, wo unter monotonen Existenzbedingungen der Pulsschlag der oberflächlichen Umgestaltungen sich kaum fühlbar macht, aus einer Zeit herübergerettet, für die uns der Geologe freigebig Millionen von Jahren zur Verfügung stellt.

Es liegt in der Natur der Sache, dass einstweilen noch das systematische und anatomische Interesse bei Erforschung der Tiefseeformen im Vordergrund stehen und dass eine Reihe von biologischen Fragen der Aufklärung in späterer Zeit harren. Wie ernähren sich die Tiefseethiere, wie vermögen sie ihre Beute wahrzunehmen, wie pflanzen sie sich fort? Fand thatsächlich die Besiedelung des Meeresgrundes nur von der Küste her statt oder konnten nicht auch an der Oberfläche frei schwimmende Formen in vertikaler Richtung absteigen und den eigenartigen Existenzbedingungen sich anpassen? Verbringen sie ihr ganzes Leben in der Tiefe oder wird ihnen in der Jugend ein freundlicheres Dasein in belichteten und wärmeren Oberflächenregionen zu Theil? Auf alle diese Fragen vermögen wir entweder gar nicht oder nur mit Reserve zu antworten.

Es ist klar, dass solche Fragen erst dann der Lösung entgegengebracht werden können, wenn wir sicheren Aufschluss über das Vordringen von marinen pflanzlichen Organismen und frei schwimmenden, sogenannten pelagischen Thieren in vertikaler Richtung bis zu tieferen Wasserschichten erlangen. Die Gesammtheit dieses an der Oberfläche treibenden organischen Materiales wurde von Victor Hensen als „Plankton“ bezeichnet.

Die Challengerexpedition hat gelehrt, dass dem Plankton eine ungeahnte Wichtigkeit für den Aufbau der Erdrinde zukommt. Die Schalenreste der oft mikroskopisch kleinen Organismen rieseln nach dem Absterben der Weichtheile auf den Meeresboden nieder und häufen sich dort im Laufe der Zeit zu hohen Bänken an.

An manchen Stellen des stillen Oceans wird der Tiefseeschlamm in 4000—7000 Meter fast rein gebildet von den reizvollen Kieselskeletten der Radiolarien; in der Südsee gegen die Grenze des antarktischen Eises tritt reine Kieselguhr, gebildet aus den mikroskopischen Skeletten der Diatomeen bis zu 3500 Metern auf. In den wärmeren Regionen sind es namentlich die zierlichen Kalkschalen der Foraminiferen, welche bis zu 4400 Meter den sogenannten Globigerinenschlamm ausmachen. Zu ihnen gesellen sich an manchen Stellen in erstaunlicher Menge die Kalkschalen von Flügelschnecken (Pteropoden) und Kielfüsslern (Heteropoden), ja selbst die Zähne von Haifischen, die Gehörknochen von Walfischen und die Otolithen der Knochenfische machen hie und da keinen geringen Bruchtheil des Grundes aus. Selbstverständlich gesellen sich zu den Resten pelagischer Organismen auch die Kiesel- und Kalkskeletttheile der zahllosen sessilen Thierformen.

Es ist eine riesenhafte Grabstätte, dieser Meeresboden, für Alles was an der Oberfläche lebt und webt. Milliarden von Leichen sickern täglich und stündlich in die Tiefe und gleichzeitig mit ihnen die feinen Schlammpartikel, welche die Flüsse anschwemmen, der kosmische Staub, vulkanische Asche, die festeren Geschiebe, welche die Gletscher mit sich führen und am Rande in Eisberge zerschellend weit über die arktischen und antarktischen Meere zerstreuen. All dies organische und anorganische Material wird bei dem gewaltigen Druck und vielleicht auch unter thätiger Mitwirkung der im Tiefseewasser reichlicher absorbirten Kohlensäure zersetzt und metamorphosirt, bis schliesslich der für die grössten Tiefen charakteristische rothe Thon übrig bleibt.

Die Bestrebungen des Geologen gehen hier innig Hand in Hand mit jenen des Zoologen. Beide zeigen uns, dass für den Aufbau unserer Erdrinde die Thätigkeit der pelagischen Organismen ganz hervorragend in Anschlag zu bringen ist. Gerade die niedersten Thiere, welche uns das Leben in denkbar nacktester Form, jeglichen Beiwerkes entkleidet, vorführen, nehmen von jetzt an nicht nur das theoretische, sondern recht wesentlich auch das praktische Interesse in Anspruch. Wenn es nun

einerseits die Aufgabe des Geologen ist, klarzulegen, in welcher Weise das organische Material des Tiefseeschlammes zersetzt wurde oder erhalten blieb, durch welche Kräfte submarine Schichten gehoben wurden und einen Theil des Bodens bilden, auf dem wir unsere Lebensarbeit verrichten, so hat andererseits der Zoologe den biologischen Verhältnissen der pelagischen Organismenwelt nachzugehen und Rechenschaft darüber zu geben, in welcher Weise Licht und Wärme, Strömungen und Relief des Festlandes auf Vertheilung und Lebensgewohnheiten des schwimmenden Organismenmateriales ihren Einfluss ausüben.

Wir stehen hier vor einem ganz neuen Forschungsgebiet, das auf lange Zeit hin noch die Arbeitskraft und die Findigkeit der Beobachter in Anspruch nehmen wird. Vieles bleibt uns noch räthselhaft, Manches dürfte indessen die gesicherte Grundlage für spätere Forschungen abgeben.

Gestatten Sie daher, hochverehrte Anwesende, dass ich Ihnen in kurzen Zügen einige allgemeine Anschauungen vorführe, welche wir über die Biologie der pelagischen Organismen neuerdings gewannen. Von zwei Seiten her suchte man über die Vertheilung derselben Aufschluss zu erhalten, indem man nämlich einerseits das Quantum organischer Substanz an der Oberfläche des Meeres bestimmte, andererseits über das Vordringen pelagischer Organismen in tiefere Schichten gesicherte Vorstellungen sich verschaffte.

Den Bestrebungen, welche darauf hinausgehen, über die Produktionskraft der Oberfläche an organischer Substanz Aufschlüsse zu erhalten, gelten vorwiegend die originellen Untersuchungen Victor Hensen's. An der Hand sinnreicher Apparate, welche im Laufe der Zeit derart vervollkommnet wurden, dass sie mit wünschenswerther Genauigkeit functioniren, weist er nach, dass die Gesammtproduction der Ostsee an organischer Substanz im Laufe eines Jahres etwa 3/4 der Production einer Wiese gleicher Oberfläche ausmacht. Weit geringer stellt sich nach den Ergebnissen der Plankton-Expedition die Production des freien Oceans an organischer Substanz heraus, aber immer noch bedeutend genug, um es begreiflich erscheinen zu lassen, dass die niederrieselnden Skelettmassen im Laufe der Jahrhunderte sich zu hohen Bänken auf dem Meeresgrunde ansammeln.

Einen bedeutenden Procentsatz des schwimmenden Materials machen niedere pflanzliche Organismen, nämlich Diatomeen, Algen und chlorophyllführende Flagellaten aus. Sie sind es, welche unter der Einwirkung des Lichts aus anorganischen Substanzen, aus Kohlensäure, stickstoffhaltigen Verbindungen und im Seewasser gelösten Salzen ihren protoplasmatischen Körper aufbauen. Die lebendige Kraft, welche ihnen durch Sonnenlicht und Sonnenwärme zugeführt wird, setzen sie in chemische Spannkräfte um. Kein thierischer Organismus, mag er noch so niedrig organisirt sein,

ist im Stande, aus anorganischen Substanzen seinen Protoplasmaleib aufzubauen. Und so sehen wir denn die pelagischen Thiere an der Arbeit, wie sie mit Netzen, mit Angelfäden, mit Strudelwerkzeugen und Greiforganen die von den Pflanzen gelieferte „Urnahrung“ verarbeiten, wie sie im Stoffwechsel die aufgespeicherten Spannkräfte in lebendige Kraft umsetzen, die in Empfindung und Bewegung ihren Ausdruck findet. Vor Allem sind es die Urthiere (Protozoen), die Myriaden kleiner Kruster (Copepoden), die schwimmenden Tunicaten und Flimmerlarven, welche in erster Linie die pflanzliche Kost verarbeiten. Sie fallen wieder den Quallen, Schwimmpolypen, Würmern, den grösseren Crustaceen, den Mollusken und den Legionen von Fischen zur Beute, bis in immer weiteren Kreisen die organische Substanz in den Giganten der pelagischen Lebewelt, nämlich in den Haien, Walen und Riesenformen von Tintenfischen aufgespeichert wird. Ein einziger verwesender Wal giebt dem Meere wieder ein Quantum an organischer, allmählich in Kohlensäure, in Stickstoffverbindungen und Wasser sich zersetzender Substanz zurück, das Milliarden mikroskopischer Wesen das Dasein zu fristen im Stande ist.

Wie, so möchte man nun fragen, ist denn überhaupt thierisches Leben in Regionen denkbar, in welche nie ein Lichtstrahl hingelangt? Kann sich überhaupt da, wo niedere Pflanzen nicht mehr zu assimiliren vermögen, wo also die „Urnahrung“ fehlt, eine thierische Lebewelt entfalten?

Die Experimente über das Vordringen des Lichtes im Seewasser haben gelehrt, dass in Tiefen von 460—550 Metern empfindliche photographische Platten trotz stundenlanger Exposition nicht mehr vom Lichte angegriffen werden; die Erfahrung zeigt denn auch, dass unterhalb 300—400 Metern festsitzende Pflanzen, nämlich Algen und Florideen, nicht mehr vorkommen.

Da nun trotzdem die Tiefseeexpeditionen eine üppige abyssale Fauna in Tiefen von mehreren Tausenden von Metern nachwiesen, so bleibt nur die eine Annahme übrig, dass es die von der Oberfläche herabrieselnden Organismen sein müssen, welche entweder lebend oder wenigstens noch in geniessbarem Zustand, der abyssalen Fauna zur Nahrung dienen. Der Salzgehalt des Seewassers und die in der Tiefe bedeutend erniedrigte Temperatur vermögen sicherlich einer raschen Zersetzung der organischen Substanz entgegenzuwirken.

Weit reichlicher müsste indessen die Nahrungsquelle für abyssale Thiere fliessen, falls nicht nur die Oberfläche, sondern auch die tieferen Wasserschichten schwimmende Thiere bergen. Da sie sowohl passiv durch submarine Strömungen als auch activ durch Schwimmbewegungen in belichtete Regionen gelangen könnten, so würden sie nicht nur zunächst das von oben niedersickernde Material vertilgen, sondern direct auch lebende pflanzliche Organismen zugeführt erhalten. Wir könnten

uns sehr wohl vorstellen, dass pelagische Tiefseethiere gewissermaassen die Handlanger zwischen der unter dem Einfluss des Sonnenlichtes producirten organischen Substanz und der in ewigem Dunkel verharrenden abyssalen Fauna abgeben.

Bedenken wir andererseits, dass die mittlere Tiefe des Atlantischen Oceans auf 3680 Meter auf Grund der vorliegenden Lothungen berechnet wurde, dass in der Nähe der Antillen vor St. Thomas Tiefen von 7086 Metern, im pacifischen Ocean sogar solche von 8870 Metern gelothet wurden, so würden wir doch über die Productionskraft des Oceans an organischer Substanz ganz andere Vorstellungen gewinnen, falls es sich herausstellte, dass auch die gesammte Wassermasse in verticaler Richtung von Thieren — wenn auch in spärlicher Zahl — durchsetzt sei.

Bereits auf der Challengerexpedition suchte man der Frage nahe zu treten, ob die tieferen Wasserschichten von schwimmenden Organismen belebt seien. Man versenkte die offenen Schwebnetze in mehrere Tausende von Metern und fand in ihnen pelagische Thiere, welche an der Oberfläche nie oder nur selten beobachtet wurden. Während einige Forscher sich auf Grund dieser Befunde der Annahme zuneigten, dass es keine Grenze in verticalem Sinne für die Verbreitung von Organismen gebe, so hoben doch Andere mit Recht hervor, dass diese erst in der Nähe der Oberfläche in die Netze gerathen sein könnten, und dass die Anwendung offener Netze keine sichere Bürgschaft für die Annahme einer pelagischen Tiefseefauna abgebe. Kein geringerer als Agassiz suchte sogar vermittelst eines sinnreichen, von dem um Verbesserung unserer Tiefseeapparate verdienten Kapitän Sigsbee construirten Cylinders den Nachweis zu führen, dass in Apparaten, welche nur in grösseren Tiefen sich öffnen und bei dem Aufwinden in oberflächliche Schichten sich schliessen, lebende Organismen nicht nachweisbar sind.

Auf die Idee, derartige Schliessnetze anzuwenden, waren übrigens auch Forscher, welche die schwimmende Fauna unserer Süsswasserbecken untersuchten — so Pavesi und Imhof — gekommen. Als weiterhin auf der italienischen Expedition der Corvette „Vettor Pisani“ von 1882—1885 an der Lothleine haften gebliebene Fetzen von Schwimmpolypen zur Beobachtung gelangten, die schwerlich erst in oberflächlichen Schichten von der Stahlleine erfasst sein konnten, verband der Commandant des Schiffes, Palumbo, mit dem Propeller des Negretti-Zambraschen Umkippthermometers ein Schliessnetz. Auf der Anwendung des Propellers beruht denn auch ein von v. Petersen construirtes Schliessnetz, dessen ich mich bei pelagischen Tiefseeuntersuchungen bediente, wie sie mir durch die Liberalität der Zoologischen Station zu Neapel im Mittelmeer und durch diejenige des Hauses Wörmann im Atlantischen Ocean ermöglicht wurden. Gestatten Sie, dass ich Ihnen kurz die Grundidee des Netzes an dem hier vorliegenden, wesentlich umgestalteten

Modelle, wie es sich auch auf der Plankton-Expedition bewährte, demonstrire.

Macht man nämlich den Rahmen eines Schwebnetzes durch Charniere derart beweglich, dass das Netz zuklappen und sich öffnen kann, so wird es bei dem Ziehen durch das Wasser geöffnet bleiben, wenn der Zug von 2 Drähten ausgeht, die an den Charnieren angreifen. Umgekehrt muss es sich schliessen, wenn 2 Drähte in rechtem Winkel auf die Höhe der Bügel anziehen.

Würde man es nun ermöglichen können, dass das in beliebige Tiefe geschlossen herabgelassene Netz sich zunächst dadurch öffnet, dass die beiden den Schluss bedingenden Drähte ausgelöst werden, und dass nach einer bestimmten regulirbaren Zeit, während welcher das Netz an den Charnierdrähten aufgehängt in der Tiefe fischt, wiederum die den Schluss bedingenden Drähte anziehen, so wäre ein Hereinschwemmen von in oberflächlichen Schichten lebenden Organismen ausgeschlossen. Durch die Anwendung eines Propellers, dessen Flügel bei dem Aufwinden des Netzes sich drehen, ist nun die Möglichkeit gegeben, successive die öffnenden und schliessenden Drähte auszulösen, insofern mit dem Propeller eine mit feinem Gewinde versehene Messingstange verbunden ist. Eine Schraubenmutter, die bei dem Drehen langsam an der Messingstange aufsteigt, löst nämlich, wie Sie das an dem Netze constatiren, zunächst die schliessenden Drähte und nach einiger Zeit die öffnenden Drähte aus. Der von dem offenen Netze durchlaufene Weg beträgt hier 200 Meter; wird dasselbe also in eine Tiefe von 2000 Meter herabgelassen und senkrecht heraufgezogen, so können nur Organismen in dasselbe hereingerathen, welche innerhalb einer Zone von 2000—1800 Meter leben.

Das wesentlichste und wichtigste der mit dem Schliessnetze gewonnenen Resultate dürfte nun der Nachweis sein, dass die so ungemein zarten pelagischen Thiere die gesammte Wassermasse in verticaler Richtung durchsetzen. Die Plankton-Expedition hat in umfassender Weise die Resultate früherer Untersuchungen bestätigt, und zudem noch, indem sie die Schliessnetze in noch einmal so grosse Tiefen versenkte, als es mir bei beschränkten Mitteln ermöglicht war, den Nachweis erbracht, dass selbst Tiefen von 3500 Meter schwimmende thierische Organismen bergen. Allerdings zeigt es sich, dass bei zunehmender Tiefe die Menge nicht nur der einzelnen Individuen, sondern auch der Thierarten erheblich abnimmt. Nur in der Nähe der Continente und grösseren Inseln stauen sich die pelagischen Organismen auch in grösseren Tiefen in beträchtlicher Zahl an.

Die schwebenden Tiefseethiere setzen sich nun einerseits aus Formen zusammen, welche auch an der Oberfläche häufig gefunden werden, andererseits aber aus Arten, die bisher nie oder nur selten in belichteten Regionen beobachtet wurden. Neue Typen von Thierformen sind bis jetzt

ebensowenig in tieferen Schichten nachgewiesen worden, wie unter den abyssalen festsitzenden Thieren. Viele dieser pelagischen Tiefseethiere nehmen indessen durch ihre in der Organisation sich aussprechende Anpassung an das Leben in kalten dunklen Regionen, in denen sie unter dem Drucke von mehreren Hunderten von Atmosphären stehen, besonderes Interesse in Anspruch. In den grossen Tiefen von 3500—2000 Metern dominiren hauptsächlich die kleinen Copepoden unter den Krebsen und die bereits von Häckel in seiner grossartig angelegten Bearbeitung der Challengerradiolarien mit Recht als Tiefseeformen angesprochenen Phäodarien unter den Urthieren. In Tiefen von 2000—1000 Metern gesellen sich zu ihnen die durchsichtigen Pfeilwürmer oder Sagitten, die Asselwürmer (Tomopteriden), sowie Vertreter der Schwimmpolypen, Medusen, der Muschelkrebse (Ostracoden), Spaltfusskrebse (Schizopoden), der zehnfüssigen Cruster (Dekapoden), Amphipoden und der Appendicularien. Daneben treten auch Salpen, Feuerwalzen (Pyrosomen) und Fischlarven auf. Oberhalb 1000 Meter wird die Fauna immer reichhaltiger, je näher die Züge der Oberfläche rücken.

Was nun zunächst die Ernährung dieser Tiefseeformen anbelangt, so zeigen die Schliessnetzzüge neben lebenden Formen auch in Zersetzung befindliche, von der Oberfläche niedersickernde Organismen. Sie werden offenbar von vielen nicht räuberisch lebenden Tiefseeformen gefressen. An dem Protoplasmakörper der Phäodarien findet man z. B. häufig die Skelette kleiner oberflächlicher Radiolarien anklebend. Ja selbst lebende pflanzliche Organismen stehen den Tiefseeformen zur Verfügung. Die Plankton-Expedition wies in Tiefen von 2000—1000 Metern zahlreiche Exemplare einer grünen chlorophyllführenden Alge, der kugligen Halosphaera viridis, nach. Schwerlich dürften die Algen in solchen Tiefen noch assimiliren; weit eher ist die Annahme gestattet, dass diese an der Oberfläche gemeinen Formen zu gewissen Ruheperioden ihre assimilatorische Thätigkeit einstellen und in die Tiefe sinken, wo sie eine willkommene „Urnahrung“ für thierische Organismen abgeben.

Immerhin ist in diesen finsteren Regionen vielen räuberisch lebenden Thierformen der Erwerb der Nahrung ausserordentlich erschwert. Gerade die in grösseren Tiefen immer spärlicher fliessende Nahrungsquelle mag es hauptsächlich bedingen, dass auch eine allmähliche Abnahme der Individuen- und Artenzahl erfolgt. Denn es ist kaum anzunehmen, dass Individuen, welche einen Druck von 100 Atmosphären in etwa 1000 Metern Tiefe zu ertragen im Stande sind, nicht auch einen doppelten oder vierfachen auszuhalten vermöchten. Dem Drucke unterliegen ja direct nur comprimable Medien, die als Gasgemenge und ätherische Substanzen vielfach von Tiefseethieren ausgeschieden werden und nur dann für den Organismus sich verderblich erweisen, wenn ein rascher Uebergang in oberflächliche Schichten stattfindet. Ebensowenig kann die Abnahme der Hellig-

keit und der Temperatur eine Verminderung der Zahl in grösseren Tiefen bedingen, da ja in nur einigen Hunderten von Metern unterhalb der Oberfläche bereits Dunkelheit herrscht und eine Temperatur beobachtet wird, welche bis zu den grössten Tiefen eine nur unwesentliche Abnahme zeigt.

Einen deutlichen Wink für die Schwierigkeit des Nahrungserwerbes giebt uns die geradezu monströse Ausstattung mancher Tiefseeformen mit Spürorganen. Gestatten Sie, dass ich Ihnen zur Demonstration dieses Verhaltens im Bilde einige Vertreter von Crustaceen vorführe, welche ich als constante und häufigere Bewohner grosser Tiefen sowohl im Mittelmeere als auch im Atlantischen Ocean auffand. Auf der Tafel finden Sie zunächst zwei Arten von Sergestiden dargestellt, einer Familie der zehnfüssigen Krebse, welche mit Vorliebe in grossen Tiefen lebt. Durchweg sind die Sergestes-Arten mit enorm verlängerten äusseren Fühlern ausgestattet, welche bei den abgebildeten Formen den Körper um das Zehnfache an Länge überbieten. Sie repräsentiren nicht nur Tastwerkzeuge, sondern geben offenbar auch gleichzeitig den Sitz für die Geruchswahrnehmung ab. Zu zwei Dritteln sind sie mit zweizeilig angeordneten Borsten ausgestattet, deren jede einzelne wiederum mit 20—30 feinen Sinneshärchen besetzt ist. Ein starker Nerv, welcher aus dem mächtig anschwellenden Vorderhirn entspringt, durchzieht die Fühler und giebt zahllose Zweige zu den Sinneshaaren ab. Das ist eine so gewaltige Ausstattung mit Spürorganen, wie sie selbst für Wasserthiere ungewöhnlich ist, bei denen im Uebrigen durch die erleichterten Bedingungen für eine Ortsbewegung eine luxuriöse Ausrüstung mit äusseren Anhängen nicht befremdlich erscheint.

Ein ähnlich monströs entwickelter Spürapparat kommt auch vielen Arten der spaltfüssigen Krebse oder Schizopoden zu. Bei ihnen sind nicht nur die äusseren, sondern auch die inneren Fühler ungewöhnlich vergrössert und mit Büscheln gekämmter Sinnesborsten besetzt. Dazu gesellen sich bei der für die Tiefen besonders charakteristischen Familie der Nematosceliden, von denen Sie einen Vertreter, Stylocheiron mastigophorum, dargestellt finden, gewaltige Raubfüsse, welche mit Scherenhänden enden.

Dass ein Sinnesorgan bei gleichzeitiger Rückbildung sonstiger Orientirungsapparate eine übermächtige Ausbildung erlangt, ist eine dem Zoologen häufig entgegentretende Thatsache. Er registrirt dieselbe um so lieber, als die äusseren Existenzbedingungen einen deutlichen Wink dafür abgeben, weshalb hier eine Rückbildung von Sinnesapparaten, dort eine in das Bizarre getriebene Weiterentwicklung stattfand. Ist es nicht leicht verständlich, dass in dunklen Regionen der Tast- und Geruchssinn ungewöhnlich fein entwickelt ist, während gleichzeitig das Sehvermögen schwand? Thatsächlich sind denn auch viele pelagische Thierformen blind, während ihre an der Oberfläche lebenden Verwandten mit

wohl entwickelten Augen ausgestattet erscheinen. Um nur ein Beispiel herauszugreifen, so erwähne ich, dass die Halocypriden, eine in der Tiefsee lebende Familie der Muschelkrebse, durchweg der Augen verlustig gegangen sind und als Compens mit einem imponirenden Spürapparat ausgerüstet werden, während ihre oberflächlichen Verwandten mit mächtigen Seiten- und Stirnaugen, aber unansehnlich entwickelten Fühlern uns entgegentreten.

Dass thatsächlich eine allmähliche Rückbildung der Augen mit der Anpassung an das Leben in der Tiefe Hand in Hand geht, zeigen grosse Familien pelagischer Organismen. Sie finden auf der Tafel einen Kruster, Scina, dargestellt, welcher, wie alle seine an der Oberfläche äusserst selten erscheinenden Verwandten, so rudimentäre Augen aufweist, dass kaum abzusehen ist, wie auf der Netzhaut derselben ein Bild der Umgebung entworfen werden könnte.

Um so auffälliger erscheint aber die Thatsache, dass neben blinden oder mit rudimentären Augen ausgestatteten pelagischen Tiefseeformen auch solche mit ungewöhnlich grossen und fein construirten Augen auftreten. Gerade die hier dargestellten räuberischen Sergestiden und Schizopoden zeigen den gesammten Orientirungsapparat — die Augen mit inbegriffen — in beispiellos hoher und feiner Ausbildung.

Es ist das eine Thatsache, welche den ersten Erforschern der auf dem Meeresboden lebenden abyssalen Fauna sofort bei vielen Vertretern der Crustaceen und Fische auffiel. Man war rasch mit der Annahme bei der Hand, dass für unsere Augen nicht wahrnehmbare grüne oder ultraviolette Strahlen bis auf den Boden des Meeres vordringen und den auf solche Strahlen reagirenden Tiefseeaugen eine Orientirung ermöglichen. Der Physiker ist uns freilich bis jetzt den Beweis, dass unterhalb 500 Metern eine Perception von aus der Oberfläche vordringenden Strahlen stattfinde, schuldig geblieben. Bevor er nicht mit aller Schärfe geführt wird, bleibt uns nur die Annahme übrig, dass Licht den Tiefseethieren zur Verfügung stehen müsse, welches in der Tiefe erzeugt wird. Die Vorstellung, dass dieses Licht von den Thieren selbst producirt werde, ist um so ansprechender, als thatsächlich eine grosse Zahl, ja, wie wir jetzt behaupten können, die überwiegende Mehrzahl der Tiefseethiere mit Leuchtorganen ausgestattet ist. Bald phosphorescirt der ganze Organismus schwach bläulich oder grünlich, bald strahlen unregelmässig über den Körper verbreitete Drüsen ein intensives Licht aus, bald treten symmetrisch vertheilte Leuchtorgane mit Hohlspiegeln und Pigmentbechern auf. Derartige complicirt gestaltete, oft auffällig grosse Organe inseriren sich sowohl bei vielen Tiefseefischen wie bei spaltfüssigen Krebsen direct unterhalb der Augen in Gestalt von Blendlaternen. Wer je die wundervolle Phosphorescenz, welche von den Leuchtorganen der genannten Formen ausstrahlt, mit eigenen Augen geschaut hat, wer

sich je an dem magischen Anblick geweidet hat, wenn bei Nacht die von pelagischen Organismen wimmelnden Netze wie glühende Ballons der Oberfläche nahe kommen — der wird nicht daran zweifeln, dass auffällig vergrösserte und fein organisirte Augen für Tiefseebewohner von besonderem Werthe sind.

Zu dieser eigenartigen Lebewelt von echten pelagischen Tiefseeformen gesellt sich indessen zu gewissen Perioden noch eine bunt zusammengewürfelte Fauna von Organismen, welche uns als Oberflächenbewohner wohl bekannt sind. Jeder, der längere Zeit hindurch der pelagischen Thierwelt ein aufmerksames Studium widmet, weiss aus eigener Erfahrung, dass nur wenige Arten das ganze Jahr hindurch constant die Oberfläche bevölkern. Die meisten Formen treten oft mit auffälliger Regelmässigkeit während gewisser Monate auf, um dann ebenso rasch, wie sie kamen, wieder zu verschwinden. Während des Hochsommers ist die Oberfläche auffällig arm an Arten; zahlreicher bevölkert ist sie indessen während des Herbstes und Winters. Mit Beginn des Frühjahres erreicht das Quantum an Oberflächenorganismen sein Maximum. Zu jener Zeit sind die Strömungen, die Buchten der Küsten oft vollgepfropft mit jenen herrlichen, glashellen oder in leuchtenden Farben erstrahlenden Radiolarien, Medusen, Schwimmpolypen, Salpen und wie alle jene Wesen heissen mögen, die nicht nur dem Zoologen, sondern bei ihrer vollendeten Durchsichtigkeit auch dem Physiologen eine unerschöpfliche Fundgrube für Vertiefung unserer Kenntnisse abgeben. Allein mit Sommeranfang verschwindet rasch diese ganze Pracht und nur auffällig wenige Arten gedeihen üppig in den sonnendurchstrahlten Schichten.

Wohin sind sie gerathen? Haben Strömungen, herrschende Windrichtungen sie in das freie Meer hinausgetrieben oder sind sie nach einer Periode reger Vermehrung abgestorben?

Die Untersuchungen mit den Tiefennetzen geben auf diese Fragen einen unerwarteten Aufschluss. Sie lehren, dass keine ausgedehnten Wanderungen in horizontalem Sinne unternommen werden, sondern dass weitaus das grösste Contingent der Oberflächenorganismen in regelmässig wiederkehrenden Perioden die grossen Tiefen aufsucht. Wir sind jetzt im Stande, während des Hochsommers uns auf allerdings recht mühevollem Wege Organismen zu verschaffen, von denen wir sicher wissen, dass sie erst während des Winters oder Frühjahres an die Oberfläche aufsteigen werden.

In der Tiefe verharren sie theils in ausgebildetem Zustande, theils als Larven. Es scheinen thatsächlich zahlreiche Oberflächenformen jährlich abzusterben, während gleichzeitig ihre Larven in die Tiefe sinken, dort den grössten Theil des Jahres hindurch verharren, um dann weiter entwickelt für wenige Monate aufzusteigen und im Vollgenuss des Sonnenlichtes, der erhöhten Oberflächentemperatur und der überreich gebotenen

Nahrung zu geschlechtsreifen Thieren heranzuwachsen. Erst durch Anwendung der Tiefennetze ist es gelungen, über die postembryonale Entwicklung häufiger Oberflächenformen — ich hebe speciell die Schwimmpolypen und die Feuerwalzen (Pyrosomen) hervor — Aufschluss zu erhalten.

Wir dürfen uns nun freilich nicht vorstellen, dass das Niedersinken in grosse Tiefen und das Aufsteigen aus denselben sehr rasch bewerkstelligt werde. Im Gegentheil scheint dasselbe ausserordentlich langsam stattzufinden, obwohl die niederen Thiere abgesehen von ihren Bewegungsorganen auch noch durch hydrostatische Apparate, durch Abscheiden specifisch leichter Fette und ätherischer Oele die Bewegung in vertikalem Sinne zu unterstützen vermögen. Dazu kommt, dass auch auf passivem Wege durch Aufwühlen tiefer Schichten ein Erscheinen an der Oberfläche bedingt wird.

An den Canarischen Inseln machten mich die Fischer darauf aufmerksam, dass bei eintretendem Vollmond die Strömungen rasch zu fliessen beginnen — eine Erscheinung, die gleichzeitig auch bei der Erforschung des Golfstromes von amerikanischen Untersuchern constatirt wurde. Es ist nicht meine Sache, zu erörtern, aus welchen Gründen eine Beeinflussung der Strömungsgeschwindigkeit durch den Mond stattfinde. Soviel nur sei hervorgehoben, dass zu jener Zeit, wo die grösseren und kleineren Strömungen sich in raschen Fluss zu setzen beginnen, eine wirbelartige Bewegung des Wassers auffällt, die von der Tiefe nach der Oberfläche gerichtet ist und alles ergreift, was an pelagischen Thieren im Bereiche der Strömungen flottirt. Formen, welche man nur mit den Tiefseenetzen erbeutet, werden zu jeder Zeit auch passiv an die Oberfläche befördert.

Wenn wir nun nach den Ursachen Umschau halten, welche dieses periodische Niedersinken der Oberflächenformen in grosse Tiefen bedingen mögen, so dürften wir zunächst daran erinnern, dass ähnliche Wanderungen in vertikalem Sinne von vielen Bewohnern des Oceans und unserer Süsswasserbecken auch täglich in allerdings bedeutend geringere Tiefen unternommen werden. Sobald die Sonne die Oberfläche bescheint, sinkt ein grosser Theil der pelagischen Thierwelt in Tiefen bis zu 50, ja selbst 100 Metern herab, um erst mit Eintritt der Dunkelheit wieder an die Oberfläche aufzusteigen. Wohl schwerlich dürfte es das Nahrungsbedürfniss sein, welches die Thiere nöthigt, derartige Wanderungen zu unternehmen. Im Gegentheil können wir annehmen, dass die in 1000 bis 2000 Meter Tiefe während gewisser Perioden niedersinkenden Organismen eher einer Hungerperiode entgegengehen und zudem noch durch die echten pelagischen Tiefseeformen, denen sie zur willkommenen Beute fallen, decimirt werden.

So bleibt denn nur die Annahme übrig, dass entweder das Licht

oder die Wärme oder auch beide Faktoren gleichzeitig diese Wanderungen bedingen.

Leider ist bei den wenigen bis jetzt angestellten Experimenten über den sogenannten Heliotropismus der Thiere noch nicht genügend dafür Sorge getragen worden, die mit dem Lichte vordringenden Wärmestrahlen abzuhalten oder zu isoliren. So viel geht indessen aus den bisherigen Untersuchungen hervor, dass manche mit Augen ausgestattete pelagische Formen ausserordentlich empfindlich auf intensives Licht dadurch reagiren, dass sie dunklere Regionen aufsuchen.

Wenn wir demgemäss geneigt sein würden, in der grellen Belichtung der oberflächlichen Schichten den Grund zu dem Absteigen in tiefere Regionen zu suchen, so ist doch immerhin zu bedenken, dass diese Wanderungen in vertikalem Sinne auch von augenlosen Formen unternommen werden. Mag nun auch die Reaction auf Licht eine allgemeine Function des thierischen und pflanzlichen Protoplasmas sein, insofern ihr Organismen unterliegen, welche keine Organe zum Unterscheiden von Hell und Dunkel aufweisen, so zeigt doch das Experiment, dass manche in die Tiefe sinkenden Formen gegen grelle Belichtung sich indifferent verhalten, dagegen ausserordentlich empfindlich gegen Erhöhung der Temperatur sich erweisen. So dürfte denn nicht nur die intensive Belichtung der Oberflächenschichten, sondern vor Allem auch die Erwärmung derselben während des Hochsommers die Veranlassung sein, dass periodische Wanderungen in die grossen Tiefen unternommen werden.

Auch die geographische Verbreitung der pelagischen Organismen giebt uns einen deutlichen Wink dafür ab, dass es wesentlich die wechselnde Oberflächentemperatur des Seewassers ist, welche viele Organismen zu Wanderungen in vertikalem Sinne veranlasst. Weit verbreitete Arten erscheinen in arktischen Meeren zu einer Zeit an der Oberfläche, wo sie in subtropischen und tropischen Gebieten noch in der Tiefe verharren. Um ein Beispiel aus vielen herauszugreifen, so sei erwähnt, dass ich die prächtigen Melonenquallen oder Beroën im Mittelmeere und in den wärmeren Theilen des Atlantischen Oceans gegen Ausgang des Sommers nur in grösseren Tiefen erbeutete, während sie zu derselben Zeit von der Plankton-Expedition in arktischen Gebieten so massenhaft an der Oberfläche angetroffen wurden, dass die Netze zu reissen drohten.

Die wechselnde Temperatur des Oberflächenwassers, der Einfluss warmer und kalter Meeresströmungen, bisher wenig beachtet, sind nicht hoch genug in ihrer Bedeutung für geographische Verbreitung pelagischer Organismen anzuschlagen.

Während die einen gegen Erwärmung oder Abkühlung oberflächlicher Schichten sich indifferent verhalten und dadurch eine weite Verbreitung gewinnen, zeigen sich die anderen bald in diesem, bald in jenem Sinne ausserordentlich empfindlich. Noch nie hat man in kalten Strömungen

die wurzelmündigen Medusen oder Rhizostomen beobachtet, während ihre Verwandten, die Aurelien und Cyaneen, unempfindlich gegen Abkühlung gerade den Schmuck arktischer Oberflächenregionen abgeben.

Wir stehen freilich, wie nicht nachdrücklich genug betont werden kann, noch in den ersten Anfängen unserer Kenntnisse über das Getriebe der pelagischen Organismen an der Oberfläche und in den grossen Tiefen. Soviel ist indessen jetzt schon klar, dass gerade bei jenen Wesen, die man gern als Gebilde einer nach ihren Launen künstlerisch schaffenden Natur anzusehen geneigt scheint, strenges Gesetz, scharfe Anpassung an die Existenzbedingungen nicht nur ihren Aufbau, sondern auch ihre Lebensgewohnheiten regelt.

Mit Enthusiasmus haben sowohl die Altmeister unserer Wissenschaft, wie die jüngere Generation sich der Erforschung jener duftigen und reizvollen pelagischen Oberflächenorganismen angenommen. Handelt es sich aber darum, ihr Getriebe in grossen Tiefen, ihre Bedeutung für den Aufbau des Meeresbodens und für den Gesammthaushalt der Natur zu ergründen, so reichen Mittel und Kräfte des Einzelnen nicht aus. Möge auch in unserem Vaterlande das Interesse für Tiefseeforschungen einen Wiederhall in den maassgebenden Kreisen und bei den breiten Schichten des Volkes finden; mögen auch wir hinter thatkräftigen Nationen nicht zurückstehen und uns einen Ehrenplatz in der Erforschung jener Regionen sichern, über denen so lange der Schleier des Unzugänglichen und Geheimnissvollen schwebte!

IV.

Altes und Neues in der Chemie

von

W. Ostwald.

Hochansehnliche Versammlung!

Wer von Ihnen kennt nicht die köstliche Empfindung des Bergwanderers, der nach frischfröhlich begonnener Kletterarbeit in der Morgenfrühe die erste Ruhe hält! Zwar ist das Ziel noch nicht erreicht; noch thürmen sich scheinbar unzugänglich Fels und Eis vor ihm auf. Aber er hat seine Kräfte erprobt und darf ihnen vertrauen. Was ihm versagt war, so lange er sich zu mühen und das Auge fest auf das Nächste, was zu überwinden war, zu richten hatte, geniesst er jetzt doppelt. Frei schweift der Blick vorwärts und zurück; tief unter ihm im Nebel liegt der Ausgangspunkt seiner Wanderung; mit heiterem Auge verfolgt er den durchmessenen Weg und erfreut sich der überwundenen Schwierigkeiten und erreichten Ausblicke. Zwar manchen Umweg hätte er, wie er nun sieht, kürzen und manchen mühselig erklommenen Fels umgehen können, aber die gehabte Mühe reut ihn nicht, denn er hat die Freude der Arbeit gehabt, und die nun gewonnene Erkenntniss kommt ihm für seinen weiteren Weg zu Gute. Diesen prüft er mit ruhigem Blick; wachsen auch die Schwierigkeiten, je höher er führt, so wächst doch in gleichem Maasse die Weite des Ausblickes und die Grossartigkeit der Umgebung: die Mühe und ihr Lohn liegen immer näher und näher bei einander.

Aus einer solchen Empfindung heraus, hochgeehrte Festgenossen, darf ich heute zu Ihnen reden. Ich stehe heute nicht für mich hier; nicht um über meinen bescheidenen Antheil an den wissenschaftlichen Fortschritten zu berichten, darf ich Ihre Aufmerksamkeit in Anspruch nehmen. Vielmehr war ich, als mich die ehrenvolle Aufforderung des Vorstandes unserer Gesellschaft an diesen Ort stellte, keinen Augenblick im Zweifel, dass dieselbe nicht meiner Person galt, sondern der wissenschaftlichen Richtung, welcher ich angehöre, der physikalischen Chemie. Die Sage von dem Beginn einer unerwarteten Umwälzung grosser Gebiete der chemischen Anschauungen, einer Umwälzung, die, freilich in kleinerem Umfange, nicht weniger radikal ist, als der Uebergang von der Phlogistontheorie zur Sauerstofftheorie, ist aus den Laboratorien und

Studirstuben hinausgedrungen. Von den Vielen, in deren Arbeitsgebiet die Chemie eingreift, fragt sich vielleicht Dieser und Jener besorgt, was denn von dem brauchbar bleibe, was er bisher als richtig angenommen hat, während eine Anzahl Anderer entrüstet und missmuthig jedes Rütteln an dem zurückweist, was sie bisher als die unzweifelhaftesten Grundlagen der Wissenschaft angesehen haben. Angesichts dieses sind wir vor das Forum der grössten Vereinigung deutscher Naturkundiger geladen worden, um Rechenschaft zu geben von dem, was wir erreicht zu haben glauben und was wir erstreben. Wir aber, die Arbeitsgenossen, in deren Namen ich hier reden darf, sind freudig diesem Ruf gefolgt. Ist er doch ein Zeichen dafür, dass unser Streben uns in ehrlicher Arbeit weit genug gefördert hat, um auch in denen, die andere Wege gehen, den Eindruck hervorzurufen, dass unser Pfad nicht in die Irre, sondern wirklich in die Höhe führt.

Freilich auch nicht ganz ohne Sorge bin ich an meine Aufgabe gegangen. Haben wir doch nichts von dem aufzuweisen, was unseren nächsten Fachgenossen, von deren Wegen wir uns zur Zeit getrennt haben, in reichlichster Menge zu Gebote steht. Gegenüber der Fülle merkwürdiger und nützlicher Dinge, welche die Chemie unserer Zeit unerschöpflich zu Tage bringt, gegenüber der eminenten Förderung der Künste und Gewerbe einerseits, der Heilkunde andererseits, welche jeden Schritt derselben begleitet, haben wir nichts ähnliches aufzuweisen. Wir können nur sagen: vertraut Euch unserer Führung an, und wir hoffen Euch auf Höhen zu leiten, von denen Ihr den grünen Wald, in dem Ihr so fröhlich arbeitet, und der Euch in seiner üppigen Fülle zwar auf jedem Schritte Früchte bietet, Euch aber doch den Blick in die Ferne beschränkt, einmal im Zusammenhang übersehen werdet. Zwar dehnt er sich noch weit in eine Ferne, die auch für unseren Standpunkt im blauen Schimmer versinkt. Aber über die Wipfel der nächsten Kronen hinaus können wir Euch führen, und wunderbar wird es Euch anmuthen, wie so anders die altbekannten Dinge sich Eurem ungewohnten Auge darstellen und wie der Blick von hier Euch in wenigen Augenblicken Verhältnisse überschauen lässt, die Ihr bisher nur durch mühsames Messen von Punkt zu Punkt habt erfassen können. —

Die physikalische Chemie oder, wie ich sie lieber nenne, allgemeine Chemie, hochansehnliche Versammlung, aus deren Entwicklungsgeschichte ich Ihnen einige Bilder vorführen möchte, ist keine Erwerbung der neueren Zeit; sie ist vielmehr so alt, als die wissenschaftliche Chemie selbst. Denn auch an der Chemie lassen sich die Entwicklungsstufen erkennen, welche jede Wissenschaft zurücklegen muss, und welche durch die drei Thätigkeiten: Kennenlernen, Ordnen und Begreifen bezeichnet werden. Wenn auch noch die Chemie unserer Tage sich wesentlich in den beiden ersten Thätigkeiten, dem Kennenlernen und

dem Ordnen ihrer Gegenstände bewegt, so hat doch die dritte Thätigkeit, das Begreifen, d. h. das causale Zurückführen auf allgemeinere Erscheinungen, zu allen Zeiten als die höchste gegolten, und die Besten aller Zeiten haben auf diesem Boden ihr Bestes zu leisten versucht. Demgemäss besitzt die Chemie seit Langem einen Schatz allgemeiner Wahrheiten in den Gesetzen der Verbindungsgewichte, der Gasvolume, der elektrolytischen Aequivalente, welchen auch von denen, welche in der Chemie wesentlich eine Experimentalwissenschaft, d. h. eine innerhalb jener beiden ersten Stufen verharrende Wissenschaft sehen wollen, die hervorragende Stelle nicht vorenthalten wird, die ihnen gebührt.

Ungeachtet dieser Werthschätzung war es doch, als ich vor fünfzehn Jahren meine Wanderung in das weitab von der gewohnten Strasse liegende Gebiet der physikalischen Chemie begann, eine recht einsame Wanderung. Zwar ganz unbekanntes Land war es nicht. Abgesehen von den grossen Todten hatte unter den Lebenden Robert Bunsen mit der unnachahmlichen Verknüpfung von Kühnheit des Gedankens und Besonnenheit der Ausführung, welche ihm eigen sind, scheinbar unzugängliche Höhen erreicht, aber die Wege, welche sein Fuss zu gehen vermochte, blieben Anderen meist verschlossen. Andererseits hatte Hermann Kopp einen Zugang von verhältnissmässig gangbarer Beschaffenheit zu entdecken gewusst, der nicht nur zu einem Gipfel, sondern zu einer ganzen Reihe eng verbundener Höhenpunkte führte, und welcher, nachdem er einmal gangbar gemacht war, von verhältnissmässig zahlreichen Wanderern, unter denen ich Ihnen als einen der frühesten und erfolgreichsten Landolt nenne, beschritten und erweitert wurde. In unnahbarer Majestät standen aber noch die grossen Probleme da, wie sie seit dem Beginn der wissenschaftlichen Chemie sich vor den Augen der Forscher aufgethürmt hatten: was sind die Gesetze und was ist die Ursache der chemischen Vorgänge? Freilich hatte schon vor mehr als hundert Jahren, zu einer Zeit, wo weder der Sauerstoff, noch das Gesetz der constanten Proportionen bekannt war, ein einsamer Denker, Namens Wenzel, einen richtigen Weg gezeigt, welcher nach diesen Höhen zu führen vermochte. Bald darauf versuchten Bergmann und Berthollet, jeder in seiner Weise, sich durch die steinige Wildniss der Erfahrungsthatsachen ihren Weg nach dem gleichen Ziele zu bahnen. Beide griffen bald genug zu der verrätherischen Hülfe frühzeitiger Generalisationen; sie erhoben sich dadurch zwar über die sie umgebenden Schwierigkeiten, hatten aber bald den Boden der Thatsachen nicht mehr unmittelbar unter den Füssen und ihre Zeitgenossen und nächsten Nachfolger mochten sich dem unsicheren Gebäude ihrer Hypothesen nicht anvertrauen, so gutes Material auch namentlich Berthollet dazu verwendet hatte.

Und nun begann für die Chemie nach anderer Seite eine Entwick-

lung, wie sie sich vielleicht bisher in keiner anderen Wissenschaft wiederfindet. Es kann heute nicht meine Aufgabe sein, Ihnen dieselbe zu schildern; Sie wissen Alle, wie die grossen Entdeckungen am Beginn unseres Jahrhunderts einen Strom weiterer Entdeckungen entfesselt haben, welche die Chemie in dem kurzen Zeitraum, der noch kein Jahrhundert umfasst, zu dem stolzen Reiche gemacht haben, als welches sie heute dasteht. Aber dieser Siegeslauf berührte nicht jene steilen Höhen; die ganze ungeheure Summe von Genie und Arbeitskraft, welche der jungen Wissenschaft zugewendet wurden, dienten dazu, jene beiden ersten Stufen der Entwicklung zu gewinnen: die Objecte kennen zu lernen und sie zu ordnen. Da in der Chemie die Zahl der ersten unbegrenzt ist, indem jeder neu entdeckte Stoff der Ausgangspunkt zu weiteren Verbindungen ist, so ist dieser Umstand ebenso begreiflich wie gerechtfertigt.

Selten nur hat während dieser Zeit ein kühner Pionier einen Angriff auf jene grossen Probleme gewagt, und keiner von ihnen mochte trotz manchen glänzenden Fundes, den heimzubringen ihm gelang, seine ganze Kraft jener Richtung weihen. Aber allmählich mehrte sich die Zahl solcher Männer, denn selbst bei denen, die in eifriger gemeinsamer Arbeit die überreichen Früchte der organischen Chemie ernteten, wurde das Bewusstsein allmählich rege, dass die Eroberung jener höchsten Gebiete zwar aufgeschoben werden könne, aber doch das letzte Ziel der wissenschaftlichen Thätigkeit bleiben müsse.

So sehen wir denn endlich eine Reihe von Männern ihre Kraft denselben zuwenden. Thomsen und nach ihm Berthelot erforschten die Verhältnisse der chemischen Energie, wie sie sich in den Wärmewirkungen chemischer Vorgänge zu erkennen giebt, Pfaundler, Horstmann, Willard Gibbs und Helmholtz wendeten die inzwischen in der Physik gewonnenen grossen Verallgemeinerungen der mechanischen Wärmetheorie, ferner die kinetische Hypothese auf chemische Verhältnisse an, Guldberg und Waage endlich fassten die Arbeit Berthollet's wieder auf, und brachten die von ihm angeregten Vorstellungen über den Einfluss der Masse bei chemischen Vorgängen in eine exakte, dem Versuche zugängliche und von demselben gerechtfertigte Gestalt.

An diese Führer schlossen sich bald Nachfolger; als ich vor etwa fünf Jahren in einem zusammenfassenden Werke die Summe dessen zog, was über das Problem der chemischen Verwandtschaft erforscht war, durfte dies Gebiet schon als ein selbständiges, von eigenartigem frischem Leben erfülltes seinen Platz in der Wissenschaft beanspruchen.

Ihrem allgemeinen Inhalt nach war die neuere Verwandtschaftslehre aus dem Vorstellungskreise hervorgewachsen, welcher in der Hauptsache auf Bergmann und namentlich Berthollet zurückzuführen ist. Ihr unterscheidendes Merkmal, das freilich von allerwesentlichster Bedeutung

ist, besteht in dem Inhalt an scharf formulirten und an der Erfahrung bewährten zahlenmässigen Gesetzen, welche an die Stelle der etwas unbestimmten Anschauungen jener alten Forscher getreten sind. Demgemäss trat sie kaum irgendwo in Gegensatz zu den aus gleicher Quelle geflossenen allgemein verbreiteten Anschauungen in der Chemie, und man liess sie um so lieber gelten, je weniger sie Anspruch darauf machte, in diese Kreise einzugreifen.

Diesem harmlosen Zustande ist keine Dauer beschieden gewesen. Die consequente Entwicklung und Vertiefung der allgemeinen Affinitätsgesetze führte mit zwingender Nothwendigkeit zu Anschauungen, welche mit jenen älteren mehr und mehr in einen Gegensatz traten, der augenblicklich in schroffster Form besteht. Das Gebiet, in welchem sich dieser Gegensatz zuerst geltend machte und alsbald in voller Schärfe entwickelte, ist das der Beziehungen zwischen den chemischen und elektrischen Erscheinungen.

Die Geschichte dieser Beziehungen ist so alt, wie die der elektrischen Ströme. Unmittelbar nachdem Volta seine Entdeckung der verstärkten Berührungselektricität in einem Brief an den damaligen Präsidenten der Royal Society in London bekannt gemacht hatte, theilten Nicholson und Carlisle mit, dass sie mittelst der Volta'schen Säule die Zerlegung des Wassers ausgeführt hätten, und damit begann eine unübersehbare Reihe von Untersuchungen über die Zerlegung chemischer Verbindungen durch den galvanischen Strom. Ueberall wurden Volta'sche Säulen gebaut, und alle möglichen Dinge wurden zwischen die Poldrähte gebracht.

Wenn auch bei dieser Art der Arbeit sich zunächst nur sehr zweifelhafte wissenschaftliche Resultate ergaben, so bildeten einige hierbei gemachte Beobachtungen doch für Humphry Davy den Ausgangspunkt seiner gleich sehr durch logische Schärfe der Fragestellung, wie Geschicklichkeit und Originalität nach experimenteller Seite ausgezeichneten Untersuchungen, die in der Entdeckung des Kaliums und Natriums gipfelten. Das Aufsehen, welches diese Entdeckung machte, war ein ungeheures; alle wissenschaftlichen Zeitschriften jener Zeit sind voll von Berichten über Davy's Versuche und über Wiederholungen derselben. Es war eine Bewegung ähnlicher Art, wie sie in unseren Tagen durch die Versuche von Hertz hervorgerufen worden ist.

Es ist merkwürdig genug, dass die Gestaltung der Elektrochemie durch die Entdeckung Davy's viel weniger beeinflusst wurde, als durch eine Arbeit von viel bescheidenerer Beschaffenheit, nämlich die Untersuchungen von Berzelius und Hisinger über das Verhalten einer Reihe von Salzen gegen den galvanischen Strom. Es waren hauptsächlich die Salze der Alkalien und alkalischen Erden, welche zur Untersuchung gelangten. Berzelius fand, dass diese Sauerstoff und Wasserstoff an

beiden Polen entwickelten; daneben erschien an dem einen Pol Säure, an dem anderen erschienen die basischen Stoffe.

Diese, dem damaligen Stande der Experimentalwissenschaft entsprechend wenig eingehende Arbeit ist für die Ausgestaltung der theoretischen Chemie durch fast ein halbes Jahrhundert maassgebend geworden. Berzelius nahm die Säuren und die Basen, welche er bei der Elektrolyse auftreten gesehen hatte, als die eigentlichen Bestandtheile der Salze an. Um diese Ansicht durchzuführen, durfte er allerdings nicht diese Stoffe, wie wir sie kennen, als die eigentlichen Säuren und Basen ansehen, sondern ihre Anhydride, die nur zum kleinsten Theil bekannt waren. Die Verbindungen des Chlors, Broms, Jods u. s. w. mit den Metallen mussten, obwohl sie völlig den Charakter der anderen Salze tragen, in eine besondere Klasse verwiesen werden. Kurz, die Auffassungsweise von Berzelius bedingte so viele Inconsequenzen und Widersprüche, dass es schwer begreiflich erscheint, wie sie überhaupt zur Annahme hat gelangen können; sie hat aber thatsächlich die Chemie durch vier Decennien vollkommen beherrscht.

Es wäre ein schlechter Historiker, der sich mit der Feststellung dieses Gegensatzes begnügen wollte, und nicht die Ursache aufzuspüren suchte, welche jene Herrschaft bedingt und gerechtfertigt hat. Wie stets in solchen Fällen hat ein richtiger Grundgedanke trotz seiner Belastung mit missverständlichen Nebenannahmen Tragfähigkeit genug gehabt, um die Anschauungsweise oben zu erhalten. Dieser gesunde und dauernde Bestandtheil der Theorie von Berzelius aber ist der elektrochemische Gegensatz.

Der elektrochemische Gegensatz ist eine Thatsache, denn der elektrische Strom scheidet jeden Stoff, welchen er zersetzt, in einen Antheil, welcher im Sinne des positiven, und einen anderen Antheil, welcher im Sinne des negativen Stromes wandert, in die beiden Jonen. Der eigentliche Inhalt von Berzelius' Theorie bestand in der consequenten Durchführung dieses Gegensatzes, und zwar auch in Gebieten, in welchen die Fundamentalerscheinung, die Scheidung durch den Strom, nicht mehr zur Geltung kam. Diese Ausdehnung des experimentellen Satzes über den Bereich der beobachtbaren Thatsachen hinaus war zunächst die Stärke der Theorie, denn es wurde dadurch eine Systematik der gesammten Chemie ermöglicht, wie sie einfacher und übersichtlicher kaum denkbar war. Sie wurde aber zum schwachen Punkt der Theorie von dem Augenblicke an, wo die Untersuchung solcher Stoffe in den Vordergrund trat, welche nicht den Strom leiten und somit dem Gesetz des elektrochemischen Dualismus nicht unterworfen sind: die elektrochemische Theorie von Berzelius wurde durch das Aufblühen der organischen Chemie zu Falle gebracht.

Es ist lehrreich zu sehen, dass nicht die Fehler, welche Berzelius

in seiner Auffassung des Zerlegungsvorganges der Elektrolyte gemacht hatte, seiner Theorie zum Unheil gereichten, sondern die Ausdehnung einer an sich richtigen Betrachtungsweise auf Fälle, in welchen sie keine Geltung hatte. Berzelius hatte vollkommen Recht, wenn er gegen die Substitutionstheorie einwendete, dass der elektropositive Wasserstoff nie durch das elektronegative Chlor ersetzt werden könne; in der That giebt es keinen Elektrolyten, in welchem das Jon Wasserstoff durch das Jon Chlor ersetzbar wäre. Er hatte aber Unrecht, diesen Satz auf die organischen Verbindungen anzuwenden, welche nicht Elektrolyte sind und bei welchen daher weder der Wasserstoff positiv, noch das Chlor negativ genannt werden darf.

Wie gewöhnlich bei derartigen grossen Umwälzungen der Anschauungen schüttete man alsbald das Kind mit dem Bade aus. Weil der elektrochemische Gegensatz in den organischen Verbindungen nicht in die Erscheinung tritt, übersah man seine Bedeutung bald völlig. Waren bis dahin die organischen Verbindungen nach dem Muster der anorganischen aufgefasst worden, so kehrte man den Spiess um und fasste die anorganischen, insbesondere die Salze, nach dem Muster der organischen Verbindungen auf; die Theorie der binären machte der der unitären Verbindungen Platz.

Zunächst wurde hierbei der alte Irrthum von Berzelius über die Bestandtheile der Salze berichtigt. Nach dem Substitutionsschema durften diese nicht mehr als Verbindung von Säureanhydrid mit Metalloxyd aufgefasst werden; die Säuren sind vielmehr Wasserstoffverbindungen und die Salze sind Substitutionsproducte derselben, in denen der Wasserstoff durch Metall ersetzt ist. Diese Auffassungsweise, deren Durchführung wir Liebig verdanken, beseitigte die künstliche Schranke zwischen den Sauerstoff- und Haloidsalzen und brachte die chemischen Anschauungen mit den Thatsachen der Elektrolyse, wie sie namentlich von Daniell beobachtet und betont worden waren, in Uebereinstimmung.

Um dieselbe Zeit führte Faraday seine fundamentalen elektrochemischen Untersuchungen aus, die in der Entdeckung des elektrolytischen Grundgesetzes gipfelten. Wir können dasselbe in allgemeinster Form so aussprechen: Alle Elektricitätsbewegung in Elektrolyten erfolgt durch Bewegung der elektrisch geladenen Theilmolekeln oder Jonen und an chemisch äquivalenten Mengen der elektrolytischen Theilmolekeln oder Jonen haften gleiche Mengen Elektricität.

Es ist bemerkenswerth zu sehen, wie gering der Einfluss gewesen ist, welchen diese Entdeckung auf die damalige Chemie geübt hat. Berzelius polemisirte auf das heftigste gegen dieselbe und den übrigen Chemikern war sie gleichgültig, da sie den im Vordergrund des Interesses stehenden Gegenstand, die organische Chemie, nicht berührte.

Nunmehr trat ein vollständiger Stillstand ein. Gelegentliche Anwendungen des elektrischen Stromes, wie die Elektrolysen organischer Säuren von Kolbe und von Kekulé, änderten hieran nichts, und die Bestrebungen der Physiker, in das Wesen der elektrolytischen Vorgänge Klarheit zu bringen, fanden bei den Chemikern keinen Wiederhall, denn sie ergaben Anschauungen, welche den in der Chemie gebräuchlichen stracks zuwiderliefen.

Die alte Vorstellung von Grotthus, nach welcher in rhythmischen Intervallen die Bestandtheile der Elektrolyte durch die elektrostatischen Anziehungen der Elektroden zerrissen werden sollen, worauf die Reste nach schneller Wendung einen Tausch der Bestandtheile der unzerlegten Molekeln veranlassen sollten, erwies sich mit den Thatsachen im Widerspruch. Die Stromleitung in Elektrolyten erfolgt nicht stossweise, sondern die Elektricität gehorcht den leisesten Impulsen, genau wie in metallischen Leitern. Clausius sah sich deshalb veranlasst, den unvermeidlichen Schluss zu ziehen, dass auch die ponderablen Träger der Elektricität in den Elektrolyten nicht unbeweglich verbunden sein könnten; den Chemikern aber, welchen eine derartige Annahme freier Jonen, also z. B. die Annahme von freiem Kalium und freiem Chlor in einer Lösung von Chlorkalium Grausen erregte, machte er das Zugeständniss, dass diese Freiheit den Jonen nur für einzelne Augenblicke und überhaupt nur einem sehr kleinen Bruchtheil der vorhandenen elektrolytischen Molekeln zuzukommen brauche.

Auch eine andere Erscheinung der Stromleitung in Elektrolyten machte die Annahme freier Jonen unvermeidlich. Kirchhoff hatte die Bedingungen der elektrischen Ströme entwickelt; dabei hatte sich ergeben, dass ein von Elektricität durchströmter Leiter auf seiner Oberfläche mit freier Elektricität bedeckt sein müsse, deren Potential in gesetzmässiger Weise längs des Leiters abnimmt. Hittorf stellte zuerst die Frage, in welcher Gestalt diese freie Elektricität bei elektrolytischen Leitern vorhanden sei, freilich ohne Antwort zu erhalten oder sie selbst zu geben. Wollte man consequent sein, so war es nur möglich, auch diese Ladung durch die Ansammlung positiv oder negativ elektrisch geladener freier Jonen zu denken.

Ein Ausweg war indessen noch vorhanden. Es konnte ja neben der Elektricitätsbewegung durch Jonen noch eine solche durch die Masse des Leiters, ähnlich der Bewegung in Metallen stattfinden. Schon Faraday hat diese Möglichkeit ins Auge gefasst, und man darf wohl sagen, dass nichts sich hinderlicher für die Verwerthung und Anwendung seines wichtigen Gesetzes gezeigt hat, als eben diese Annahme. Doch sind alle Versuche, eine „metallische“ Leitung in Elektrolyten nachzuweisen, gescheitert, und auch die empfindlichsten Methoden haben keine Spur einer solchen entdecken lassen. Mit aller Sicherheit, deren eine wissen-

schaftliche Behauptung fähig ist, dürfen wir somit den ersten Theil des Gesetzes von Faraday als streng ansehen: alle Elektricitätsbewegung in Elektrolyten erfolgt gleichzeitig mit einer Bewegung der Jonen, an welchen die Elektricität haftet.

Geben wir aber dies zu, so stehen wir vor folgendem Syllogismus:

A. Die Elektricität bewegt sich frei in den Elektrolyten.

B. Die Elektricität bewegt sich in den Elektrolyten nur gleichzeitig mit den Jonen.

C. Folglich bewegen sich die Jonen frei in den Elektrolyten.

So sind wir aus den physikalischen Betrachtungen unmittelbar in chemische Ergebnisse gelangt. Wir müssen zugeben, dass in Elektrolyten freie Jonen existiren; freilich bleibt zunächst unbestimmt, in welcher Menge.

Auch diese Frage sind wir jetzt im Stande, zu beantworten. Zu der Antwort sind wir auf einem Wege gelangt, welchen uns van'tHoff und Arrhenius gewiesen haben.

Van'tHoff hat vor einigen Jahren gezeigt, dass die Gesetze, welche die im zerstreuten Zustande befindliche Materie beherrschen, dieselben sind, ob dieser Zustand der Zerstreuung oder Vertheilung von wenig Stoff in viel Raum dadurch hervorgebracht werde, dass der Stoff die Gasform annimmt, oder dass er sich im Zustande einer verdünnten Lösung befindet. Die Ursache davon ist in beiden Fällen die, dass die weit von einander entfernten Theilchen oder Molekeln nicht mehr durch ihre specielle Beschaffenheit, sondern wesentlich nur noch durch ihre Zahl sich bethätigen. Ebenso, wie nach dem Satz von Avogadro eine gleiche Anzahl beliebiger Gasmolekeln bei gleicher Temperatur und gleichem Volum auch gleichen Druck ausüben, so beeinflussen auch beliebige Molekeln, zu gleicher Zahl in gleichen Mengen eines Lösungsmittels aufgelöst, dessen Eigenschaften, namentlich den Erstarrungspunkt und den Dampfdruck, in gleichem Maasse. Durch die umfassenden Arbeiten Raoult's sind diese Gesetzmässigkeiten, von denen früher nur einzelne unvollständige Bruchtheile bekannt waren, als sehr allgemein gültig nachgewiesen worden; die theoretischen Arbeiten van'tHoff's und Max Planck's gaben den empirischen Beziehungen Raoult's die thermodynamische Begründung und Vertiefung, und so befindet sich die Chemie seit einigen Jahren im Besitz ausgiebiger Hülfsmittel zur Erkenntniss des molecularen Zustandes der Materie im gelösten Zustande. Dank den Bemühungen von Victor Meyer und Auwers, von Eykmann, namentlich aber von Ernst Beckmann sind die aus diesen Beziehungen sich ergebenden Methoden bereits überall in den chemischen Laboratorien verbreitet und erleichtern den Forschern ihre Arbeit in hohem Maasse.

In einem Falle schienen aber diese Gesetze eine Ausnahme zu erleiden. Die wässerigen Lösungen der Salze (Säuren und Basen ein-

geschlossen) verhalten sich nicht, wie alle anderen Lösungen. Vielmehr wirken die gelösten Salze so, als wären in den Lösungen viel mehr Molekeln vorhanden, als nach ihrer Formel da sein können. Man muss gestehen, dass eine solche Abweichung gerade bei den bekanntesten Stoffen Bedenken gegen van'tHoff's Theorie der Lösungen erregen musste, und sie hat in der That ihre Annahme wesentlich verzögert.

Derjenige, welcher diese Schwierigkeit nicht nur beseitigte, sondern dieses Gebiet der Ausnahme gerade zu dem glänzendsten und fruchtbarsten der gesammten Theorie machte, war Svante Arrhenius. Er wies darauf hin, dass die Abweichungen von den einfachen Gesetzen und die Fähigkeit, den galvanischen Strom elektrolytisch zu leiten, stets gleichzeitig vorhanden sind, und somit auf denselben Grund zurückgeführt werden müssen. Und dieser Grund ist der Zerfall der Elektrolyte in freie Jonen oder die elektrolytische Dissociation.

Dass freie Jonen in den elektrolytischen Lösungen vorhanden sein müssen, haben wir schon gesehen, nur war es nicht möglich gewesen, aus den dort besprochenen Erscheinungen ihre Anzahl abzuleiten. Hier haben wir das Mittel, auch diesen Schritt zu thun, und das Ergebniss ist merkwürdig genug. Eine Lösung von Chlorkalium verhält sich beim Vergleich mit einer Lösung von z. B. Rohrzucker so, als enthielte sie statt der Anzahl Molekeln, welche ihr nach der Formel KCl und dem entsprechenden Molekulargewicht zukommen sollte, eine nahezu doppelt so grosse Zahl. Wir müssen somit nach Arrhenius annehmen, dass fast alle Molekeln des Chlorkaliums in die Theile Kalium und Chlor zerfallen sind, so dass die Gesammtzahl der Molekeln sich verdoppelt hat.

Das ist in der That ein unerwartetes Resultat. Waren die Chemiker allenfalls bereit, mit Clausius das vorübergehende Bestehen einiger weniger freier Jonen anzunehmen, in welche bei den „Zusammenstössen" der Molekeln in der Lösung diese gelegentlich zertrümmert werden konnten, mochten auch diejenigen, welche der Kirchhoff'schen Folgerung Beachtung schenkten, sich dazu verstehen, dass unter dem Zwangszustande der elektrischen Ladung dauernd einzelne Jonen im freien Zustande existiren könnten, so schien doch das Ansinnen, z. B. im Meerwasser statt des unschuldigen Kochsalzes freies Chlor und freies Natrium annehmen zu sollen, so ungeheuerlich, dass mit dieser Consequenz die ganze Theorie ad absurdum geführt zu sein schien.

Da aber bot sich dem ironisch Zuschauenden ein seltsames Schauspiel dar. Diese absurde Theorie wurde auf eine Erscheinung nach der anderen angewendet, und unterwarf ein Gebiet nach dem anderen ihrer Herrschaft. Zunächst zeigte Arrhenius, dass die von Kohlrausch mit unvergleichlicher Sorgfalt und Ausdauer studirten Erscheinungen der elektrischen Leitfähigkeit die genauesten numerischen Beziehungen zu

den oben erwähnten Abweichungen der elektrolytischen Lösungen von den allgemeinen Gesetzen aufwiesen, so dass man die einen aus den anderen nicht nur schätzen, sondern berechnen kann. Er zeigte, einen Gedanken von Hittorf ausführend, dass elektrische Leitfähigkeit und chemische Reactionsfähigkeit zwei vollkommen parallel gehende Eigenschaften sind, indem beide von der Anzahl der freien Jonen, die zum Transport der Elektricität ebenso bereit sind, wie zum Eingehen in chemische Reactionen, abhängen. Alsbald konnte ich bestätigen, dass diese Beziehung in allgemeinster Weise gültig ist; das, was man die Stärke oder die chemische Verwandtschaftskraft einer Säure oder Basis nennt, wird unmittelbar durch die elektrische Leitfähigkeit gemessen, und damit wurde es möglich, die Bestimmung dieser wichtigen Grösse in so viel Minuten auszuführen, als ich früher Tage dazu gebraucht hatte. Auf die Grösse der elektrischen Leitfähigkeit hat die Verdünnung, wie schon Kohlrausch fand, einen wechselnden, zuweilen sehr erheblichen Einfluss. Liegt hier, wie Arrhenius annahm, eine Dissociation vor, so mussten die Dissociationsgesetze, wie sie für Gase schon früher abgeleitet waren, auf diese Erscheinung Anwendung finden. Das Ergebniss einer entsprechenden Rechnung war das denkbar günstigste; in einem Umfange, welcher bei Gasen nie der Beobachtung zugänglich war, bestätigte sich das Dissociationsgesetz, und zwar nicht nur an einzelnen Stoffen, sondern überall, wo seine Anwendung versucht wurde. Wie gründlich hier die Prüfung war, ist daraus zu ersehen, dass sie bis jetzt sich auf 300 bis 400 verschiedene Stoffe, und stets mit günstigen Resultaten, erstreckt hat.

Diesem Anfang entsprach der Fortgang der Theorie. Die Erscheinungen der Diffusion, der elektrischen Ladungen der Flüssigkeitsketten, die Gesetze der Löslichkeit, die Thatsachen der alltäglichen, chemisch-analytischen Reactionen, die Gesetze der chemischen Verwandtschaft, das Hess'sche Gesetz der Thermoneutralität und andere Theile der Thermochemie, die elektro-physiologischen Erscheinungen sind alles Gebiete, welche durch diese Theorie Aufklärungen, zum Theil fundamentaler Art erfahren haben. Damit habe ich auch nicht einmal andeutend alles erschöpfen können, was hier geleistet worden ist, geleistet von den wenigen thätigen Anhängern dieser Theorie, unter denen noch die Namen Walter Nernst und Max Planck zu nennen sind, und in den wenigen Jahren ihres Bestehens, seit dem December des Jahres 1887. Und zwar handelt es sich hier nicht um vage Allgemeinheiten, an denen jede beliebige Theorie bald so reich werden kann, als es die Ausdauer ihrer Vertreter und die Geduld ihres Publikums nur will, sondern um scharfe, meist zahlenmässige Beziehungen, die der Prüfung an der Erfahrung überall zugänglich waren und sie mit Ehren bestanden haben.

In der Wissenschaft entscheidet der Erfolg, und fürwahr, er hat in diesem Falle so unzweideutig wie möglich entschieden. Wenn eine Theorie den Zweck hat, vorhandene Thatsachen in gegenseitige Beziehungen zu bringen und neue voraussehen zu lassen, so hat die Theorie der elektrolytischen Dissociation sich als weit zweckentsprechender erwiesen, als manche allgemein angenommene und weit verbreitete Theorie.

Damit sind aber doch die Schwierigkeiten nicht gehoben, welche gerade der Chemiker gegenüber der Grundannahme der Theorie, der Existenz „freier Jonen" empfindet. Wenn in einer Lösung von Chlorkalium freies Kalium vorhanden ist, warum zersetzt es nicht das Wasser, wie es freies Kalium thut? Eine Antwort auf diese Frage erhalten wir, wenn wir uns darüber klar werden, was denn eigentlich geschieht, wenn Kalium auf Wasser einwirkt.

Wir wissen, es entsteht Kaliumhydroxyd und Wasserstoff. Eine Lösung von Kaliumhydroxyd ist aber ein guter Leiter und besteht daher nach unserer Theorie wiederum aus den freien Jonen Kalium und Hydroxyl. In dem Einwirkungsproduct des metallischen Kaliums auf Wasser, dem Kaliumhydroxyd, ist also das Kalium in demselben Zustande enthalten, wie in der Lösung des Chlorkaliums; es könnte also bei dieser vorausgesetzten Einwirkung nichts anderes aus dem Kalium entstehen, als was schon vorhanden ist, und somit fehlt jeder Grund zu einem besonderen Vorgange.

Gleichzeitig sehen wir den Fehler in dem erwähnten Einwande. Kalium im sogenannten freien Zustande und Kalium als freies Jon sind bei weitem nicht dasselbe; sie sind es so wenig, dass die meisten und charakteristischsten Reactionen des metallischen Kaliums durch seine Neigung, in den Zustand des freien Jons überzugehen, bedingt werden. Worin das Wesen dieses Unterschiedes besteht, vermögen wir völlig nicht zu sagen; das wichtigste Element dieser Verschiedenheit ist jedenfalls der Umstand, dass die Kaliumjonen mit grossen Mengen positiver Elektricität beladen sind, während das metallische Kalium unelektrisch ist.

Hier sehen wir nun gleichzeitig die Anfänge einer neuen elektrischen Theorie der chemischen Verwandtschaft liegen, nach welcher die chemischen Vorgänge zwischen Elektrolyten nicht durch die sogenannte „Verwandtschaft" zwischen den verschiedenen auf einander wirkenden Substanzen bestimmt werden, sondern durch die elektrischen Verhältnisse ihrer Jonen. In einer Lösung von Kupfervitriol haben wir die Jonen des Kupfers und der Schwefelsäure, beide zum grössten Theil unverbunden. Ein Stück Zink, in diese Lösung gebracht, scheidet Kupfer aus und bildet Zinksulfat. In letzterem bestehen wieder die Jonen des Zinks und der Schwefelsäure neben einander. Die Beziehungen der Schwefelsäurejonen zu dem einen Metall sind keine anderen, als die zum zweiten

Metall, woher also der chemische Vorgang? Die Antwort ist: nicht die Verwandtschaft der Metalle zur Schwefelsäure bedingt die Reaction, sondern, wenn mir der Ausdruck gestattet ist, die Verwandtschaft der Metalle zur positiven Elektricität bedingt sie. Das Zink vermag den Kupferjonen ihre elektrische Ladung zu entziehen; dadurch geht es selbst als Jon in Lösung und das Kupfer wird im unelektrischen Zustande als gewöhnliches Metall ausgeschieden.

Es kann nicht meine Aufgabe sein, Ihnen weiter zu zeigen, wie wunderbar neu und fruchtbar sich die Betrachtung der altgewohnten chemischen Vorgänge unter diesem Gesichtspunkt gestaltet, wie wir plötzlich die Nothwendigkeit alltäglicher Erscheinungen einsehen, mit deren Aufklärung man sich bisher nicht etwa deshalb nicht beschäftigt hatte, weil sie klar waren, sondern weil man sich daran gewöhnt hatte, sie unaufgeklärt hinzunehmen. Es genügt zu betonen, dass wir wieder, wie vor 80 Jahren, einer Epoche der Elektrochemie entgegengehen.

So sehen wir wieder den Kreis der Ideen sich schliessen. Von dem ersten Versuch, die elektrischen Erscheinungen als Ursache der chemischen zu erkennen, ist, nachdem er seine formalen Früchte getragen hatte, nicht viel mehr als das leere Stroh übrig geblieben. Nun sehen wir aus derselben Wurzel ein neues Gewächs kräftig emporgedeihen. Es hat schon Früchte gewichtigster Art gebracht und bringt sie fortdauernd; die hoffenden Augen seiner Pfleger sehen noch zahllose Blüthenknospen an den äussersten Zweigen schimmern, denen sie günstige Entwicklung wünschen. Einer Sorge aber können wir uns nicht erwehren. Was ich Ihnen heute vor Augen zu führen gesucht habe, ist nur ein Theil des Feldes, welches die physikalische Chemie bebaut, wenn auch einer der wichtigsten. Allüberall steht der Boden nach bald hundertjähriger Brache strotzend von Fruchtbarkeit, die geringste Mühe hundertfältig lohnend. Aber der Arbeiter sind wenige, und ihre Unterkunft ist dürftig. Wie weit und umfassend die Aufgaben sind, welche die Experimentalchemie, insbesondere die organische, noch zu lösen hat, ist Ihnen im vorigen Jahre aus beredtem Munde geschildert worden; die ihr gewidmeten Anstalten haben nur ausnahmsweise Raum für die Forschungen der physikalischen Chemie. Dazu kommt, dass die letztere mit ganz anderen Hülfsmitteln und Methoden arbeitet, als jene. Dem Forscher in unserem Gebiet müssen die feinsten physikalischen Messinstrumente vertraut sein; dass deren Handhabung sich in einem von Säuredämpfen erfüllten chemischen Laboratorium von selbst verbietet, braucht nicht erst bewiesen zu werden. Eigene Institute sind also eine Nothwendigkeit für die Fortentwicklung der physikalischen Chemie, eigene Institute und eigene Lehrer. In Deutschland existirt aber bis zur Stunde nur ein einziges solches Institut und ein einziger Lehrstuhl. Die erleuchtete sächsische Staatsregierung hat von jeher mit feinstem Gefühl den Be-

wegungen der Wissenschaft zu folgen gewusst, und die Universität Leipzig, der ich anzugehören das Glück habe, verdankt ihren wissenschaftlichen Charakter nicht zum wenigsten der Liberalität, mit welcher neue, ausserhalb des hergebrachten Umfangs sich entwickelnde Zweige der Wissenschaft alsbald Pflege und Unterstützung fanden. So darf Leipzig sich rühmen, die einzige Universität Deutschlands zu sein, an welcher unsere Wissenschaft, die Chemie der Zukunft, wie sie von berufenster Seite genannt worden ist, ein selbständiges Heim besitzt. Es ist aber das einzige, und selbst der Forscher, dessen Namen ich Ihnen in dieser Stunde häufiger, als jeden anderen zu nennen Anlass gehabt habe, muss, um seine bahnbrechenden Arbeiten auszuführen, noch immer die, freilich gern gewährte Gastfreundschaft seiner Freunde in Anspruch nehmen.

Als vor 60 Jahren Justus Liebig unter unsäglichen Mühen das erste chemische Unterrichtslaboratorium gründete, dauerte es lange genug, bis seine Anregung auf fruchtbaren Boden fiel und der unbegrenzte Segen solcher Anstalten allgemeiner eingesehen wurde. In Deutschland geschah dies zuerst, und noch heute ist Deutschland allen anderen Culturländern in Bezug auf den chemischen Unterricht und die chemische Forschung überlegen. Heute ist die Sachlage eine ähnliche. Ein wissenschaftliches Afrika liegt vor uns, jedem zugänglich. Forscher aller Nationen machen kühne und glückliche Züge in die unbekannten Länder und keiner ist ohne Schätze aller Art zurückgekehrt. Aber in dem friedlichen Wettkampf um die Vorherrschaft in dem neuen Erdtheil wird dem Volke die Palme zufallen, welches zuerst die regelmässige Colonialarbeit organisirt. Es ist keinem Zweifel unterworfen, dass die grossen und grundlegenden Entdeckungen in keinerlei bestimmtem Verhältniss mit den äusseren Hülfsmitteln stehen; so sind denn auch diejenigen, von denen hier die Rede war, zum Theil unter recht ungünstigen Verhältnissen gemacht worden. Aber nachdem die Hauptpunkte festgestellt sind, bedarf es vielseitigster unablässiger Arbeit, um sie überall dort nutzbar zu machen, wohin ihre Tragweite reicht, und diese Arbeit ist in der That, wie es das Beispiel der organischen Chemie gezeigt hat, von den äusseren Hülfsmitteln in hohem Maasse abhängig.

Es sind nicht nur die hohen Staatsregierungen, unter deren thätiger Sorgfalt die deutschen Hochschulen gedeihen, an welche dieser Ruf gerichtet ist. Den Collegen im Lehramt, von deren Gutachten die Entwicklung des Hochschulwesens in so hohem Maasse abhängt, möchte ich unsere Bitte um Licht und Luft zur Arbeit nicht minder dringend an das Herz legen. Und noch ein drittes. Es ist einigermaassen befremdlich, dass bei all dem Stolz und der Freude, mit welcher jeder Deutsche den blühenden Zustand unserer Hochschulen preist, denselben so selten aus den weiteren Kreisen der Nation eine thatkräftige Unterstützung zu Theil

wird. Welche Summen werden in unseren Nachbarländern Frankreich und England von Privaten den wissenschaftlichen Anstalten zur Hebung der wissenschaftlichen Arbeit dargeboten! Und diese Summen werden noch weit übertroffen von denen, welche in dem als materialistisch verschrieenen Amerika aus denselben Quellen fliessen. In Deutschland dürfen wir zwar mit warmem Dank so mancher grossherzigen wissenschaftlichen Stiftung gedenken, aber Zahl und Betrag derselben stehen doch nicht im Verhältniss zu denen in den genannten Ländern. Hier ist einmal Gelegenheit zu einem Werke geboten, das in gleichem Maasse national wie weltbürgerlich ist. National, weil es Deutschland das Glück erfolgreicher wissenschaftlicher Arbeit zuwendet, und weltbürgerlich, weil die Früchte dieser Arbeit Allen zum Nutzen gedeihen.

V.

Antoine Laurent Lavoisier und seine Bedeutung für die Entwickelung unserer Vorstellungen von den Lebensvorgängen

von

J. Rosenthal.

Der Reisende, welcher in Göschenen die Eisenbahn verlässt, um durch die wildromantischen Schöllenen der Höhe des Gotthardtpasses zuzustreben, wird bei dem wiederholten Kreuzen der alten, jetzt längst verödeten Gotthardtstraße leicht veranlasst sein, sich in Gedanken in jene Zeiten zurückzuversetzen, in denen einsame Wanderer mühsam auf diesen Wegen einherzogen und schwerbeladene Saumtiere den spärlichen Verkehr zwischen deutschem und wälschem Lande vermittelten. Vielleicht kommt ihm auch die schöne Schilderung in den Sinn, welche Schiller seinem Tell in den Mund legt, indem er ihn dem flüchtigen Parricida den Weg weisen lässt. Oder die Gedanken schweifen noch weiter zurück zu Zeiten, in denen gallische Bewohner des oberen Italien und rhätische Ureinwohner des Gebirges auf noch ungebahnten Wegen sich hier begegnet sein mögen.

Ähnliche Gedanken kommen wohl auch denen, welche auf den von unseren Vorgängern gebahnten Wegen zu den Höhen wissenschaftlicher Erkenntnis emporsteigen. Eine solche historische Betrachtung wissenschaftlicher Fragen bietet gewiss des Interessanten vielerlei. Sie zeigt, wie die herrschenden Zeitideen von Einfluss auf den Gedankengang der Forscher sind, wie Entdeckungen in einem Gebiete auf anderen Gebieten Wirkungen ausüben, welche nicht immer gerade nutzbringend sind.

Historische Betrachtungen über Gegenstände der Wissenschaft sind aber auch ihrerseits vielfachen Irrungen ausgesetzt. Die wissenschaftliche Sprache hat im Laufe der Zeiten Wandlungen durchgemacht, so dass es oft schwer ist, den wahren Sinn eines Schriftstellers, selbst wenn er in unserer Muttersprache schreibt, richtig aufzufassen. Je mehr sich seine Anschauungen von den unserigen entfernen, desto leichter geraten wir in die Versuchung, seinen Aussagen einen falschen Sinn unterzulegen. Unbestimmte Andeutungen haben oft als Ausdruck von Entdeckungen gegolten, welche erst in viel späterer Zeit wirklich gemacht worden sind. Aber wir müssen uns auch hüten, den Irrtümern zu große Bedeutung beizulegen, welche durch den Mangel von Kenntnissen ver-

anlasst wurden, die uns ganz geläufig und selbstverständlich erscheinen, deren Fehlen aber dem Gedankengange notwendig eine andere Richtung geben musste.

Niemand kann sich dem Einfluss entziehen, welchen die geistige Bewegung seiner Zeit, auch auf scheinbar ganz entlegenen Gebieten des Wissens, auf ihn ausübt. Aufsehen erregende Entdeckungen werden sofort auf andere Zweige der Wissenschaft übertragen. Die zur Herrschaft gelangten Anschauungen laufen wie neugeprägte Münzen um und werden, selbst wenn sie noch so minderwertig sind, von den Zeitgenossen gern angenommen und als vollwertig geschätzt, bis weiterfortgeschrittene Erkenntnis ihren Minderwert feststellt.

Alles das gilt selbst von Zeiten, welche der Gegenwart recht nahe liegen. Ist dem so, so kann man daraus schliefsen, dass auch, was wir heute für gute Münze gelten lassen, von unseren Nachkommen als minderwertig missachtet werden wird. Und mit mancher Meinung wird das auch wohl sicher der Fall sein. Wir dürfen aber auch hoffen, dass in dem Mafse, als die Methode der Forschung verbessert wird, der wahre Wert der Errungenschaften zunimmt, so dass die Zukunft immer weniger auszumerzen genötigt sein wird. Und gerade auf die Fortschritte in der Methode der Untersuchung möchte ich deshalb vor allem Ihre Aufmerksamkeit lenken.

Ich will Sie aber nicht in weit entlegene Zeiten zurückführen. Nur einen Zeitraum von etwas mehr als 100 Jahren wollen wir in grofsen Zügen an unserem Geist vorüberziehen lassen und nur die wesentlichsten Punkte dessen, was die Menschen in dieser Zeit von dem Leben als einer der merkwürdigsten Naturerscheinungen gedacht haben, soll uns beschäftigen. Die grofse Frage, worin der Unterschied der belebten von der unbelebten Natur liege, hat ja immer eine grofse Anziehung auf die Denker ausgeübt.

Der Stand der Naturwissenschaften um die Mitte des vorigen Jahrhunderts war durchaus kein niedriger. Baco von Verulam hatte die Grundsätze induktiver Forschung in mustergiltiger Weise festgestellt und hervorragende Forscher, wie Galilei, Keppler und Newton hatten die wichtigsten Grundgesetze der Physik durch Beobachtungen und Versuche ermittelt. In der Wissenschaft vom Menschen war durch die von Vesal angebahnten Fortschritte der Anatomie, ganz besonders aber durch die Entdeckung des Blutkreislaufs durch William Harvey und durch die Arbeiten Haller's ein fester Grund gelegt worden. Einer besonderen Blüte erfreute sich auch die Chemie, auf deren damaligen Zustand wir etwas näher eingehen müssen, weil an sie die Wirksamkeit Lavoisier's zunächst anknüpft.

An der Spitze der damaligen Wissenschaft stand Georg Ernst Stahl, einer der hervorragendsten Geister seiner Zeit, dessen Gedanken

nicht nur die Chemie, sondern auch die gesamte Medizin lange Zeit hindurch beherrschten. Stahl's Bedeutung beruht darauf, dass er es verstand, die gesamten naturwissenschaftlichen Kenntnisse seiner Zeit unter gemeinsamen Gesichtspunkten zusammenzufassen. Wir mögen heutzutage seine sogenannte Phlogistonlehre und den von ihm begründeten Animismus als Irrtümer verwerfen, aber wir dürfen doch darüber nicht vergessen, dass beide Lehren für ihre Zeit einen großen Wert hatten, eben weil sie die Gesamtheit der damals vorhandenen Kenntnisse unter einheitlichen Gesichtspunkten zusammenfassten und damit das leisteten, was wir von einer jeden Theorie verlangen.

Als Lavoisier seine Laufbahn begann, war die Phlogistontheorie allgemein anerkannt und auch er stand voll und ganz auf ihrem Boden. Wenn man seine Arbeiten in der Reihenfolge ihres Entstehens durchgeht, so kann man Schritt für Schritt verfolgen, wie er erst zögernd, dann mit immer größerer Bestimmtheit an ihr zu zweifeln beginnt, dann mit der Leidenschaft des von einer neuen Wahrheit Durchdrungenen an ihr Kritik übt, um sie schließlich in ihrer Unhaltbarkeit darzulegen und zu bekämpfen. Diesen Fortschritt hat Lavoisier nicht ausschließlich durch eigene Arbeiten herbeigeführt, sondern auch durch die geschickte Benützung der Entdeckungen seiner Zeitgenossen. Was ihm aber wesentlich angehört, das ist die konsequent durchgeführte Anwendung der Wage bei der Verfolgung chemischer Prozesse. Gerade dadurch ist Lavoisier der eigentliche Begründer der neueren Chemie geworden.

Es ist nicht meine Absicht, Ihnen alle Arbeiten dieses großen Mannes im Zusammenhange vorzuführen. Seine Verdienste um die eigentliche Chemie sind oft genug dargestellt worden; ich muss mich bescheiden, zumal bei der Kürze der mir zu Gebote stehenden Zeit, auf die vortrefflichen Darstellungen von Kopp, Ladenburg, E. von Meyer, Würtz u. A. zu verweisen. Aber einen Punkt muss ich hervorheben: das ist der schon angedeutete Nachweis, dass bei den chemischen Prozessen die Menge des vorhandenen Stoffs weder vermehrt noch vermindert wird. Dieser Nachweis, von ihm zuerst für eine Anzahl solcher Prozesse geführt, ist seitdem als ein allgemein giltiges Grundgesetz, als das Gesetz von der Unveränderlichkeit des vorhandenen Vorrats an Materie erkannt worden. Und dieses Gesetz gilt nicht nur für die Vorgänge der unbelebten, sondern auch für alle Vorgänge in den lebenden Wesen und für alle Wechselwirkungen zwischen diesen und der Außenwelt. So selbstverständlich uns dies heute erscheint, so wurden doch noch um die Mitte dieses Jahrhunderts angebliche Thatsachen in den Lehrbüchern mitgeteilt, welche ihm widersprachen. Nach Vauquelin sollte nämlich im Tierkörper Kalk neu entstehen können, weil er gefunden zu haben glaubte, dass Hühner von diesem Stoffe mehr ausscheiden, als sie mit der Nahrung aufnehmen.

Was aber Lavoisier seine hervorragende Stellung in der Geschichte der Physiologie anweist, das ist eine Reihe von Arbeiten über physiologische Fragen im engeren Sinne, die in ihren Folgen dem die Physiologie seiner Zeit beherrschenden Animismus Stahl's ebenso ein Ende gemacht haben, wie seine chemischen Arbeiten der Lehre vom Phlogiston.

Die Erscheinung des Feuers und der Wärme hatte von jeher die Aufmerksamkeit der Naturforscher auf sich gezogen. Stahl erklärte diese Erscheinung, indem er annahm, die „Feuermaterie" stecke in den brennbaren Körpern und komme aus denselben bei der Verbrennung zum Vorschein. Diese Feuermaterie nannte er Phlogiston. Lavoisier aber wies nach, dass die Verbrennung auf einer Verbindung der brennbaren Körper, z. B. der Kohle, mit dem kurz vorher von Priestley und gleichzeitig auch von Scheele entdeckten Sauerstoff der Luft beruhe, dass die Atmung der Tiere ein Verbrennungsprozess sei, bei welchem sich eben dieser Sauerstoff mit Bestandteilen des tierischen Körpers verbinde, und dass durch diese Verbindung mit dem Sauerstoff die schon früher von Black in der Ausatmungsluft nachgewiesene Kohlensäure und Wasser entstehen. Seinem Grundsatze treu, sich bei der Verfolgung chemischer Prozesse nicht bei dem allgemeinen Nachweis des Vorgangs genügen zu lassen, unternahm er dann in Gemeinschaft mit Seguin eine Untersuchung über die Mengen der von Menschen und Tieren ausgeatmeten Gase, welche, seitdem noch oft mit im wesentlichen gleichen Methoden wiederholt, zu der Erweiterung unserer Kenntnis von den Lebensvorgängen sehr viel beigetragen hat.

Rechnet man hinzu, dass Lavoisier der Begründer der in ihren wesentlichen Zügen noch heute gebräuchlichen Methode der organischen Elementaranalyse ist, und dass er mit Hilfe derselben die Zusammensetzung der organischen Substanzen aus Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff und dem nicht immer vorhandenen Stickstoff nachwies, so sieht man, dass aus seiner Hand die Grundlagen der physiologischen Chemie in einer Vollendung hervorgegangen sind, an welcher seine Nachfolger zwar noch für lange Zeit weiter zu bauen, an denen sie aber wesentliche Änderungen nicht vorzunehmen vermochten. Aber damit haben wir Lavoisier's Bedeutung für die Physiologie noch nicht erschöpft. Noch eine grosse Leistung haben wir zu erwähnen: seine Erklärung der Wärmebildung der Tiere.

Die auffallende Erscheinung, dass ein Teil der Tiere, alle Säugetiere und Vögel, während des Lebens eine Temperatur besitzen, welche die der Umgebung meistens beträchtlich übersteigt und dass sie diese Temperatur fast unverändert unter den verschiedensten Umständen bewahren, war von den Physiologen aller Zeiten hingenommen worden, ohne dass sie auch nur den Versuch einer Erklärung unternommen hätten. Denn einen solchen kann man in der Annahme, die Wärme sei den Tieren eingeboren,

ebensowenig sehen als in der Annahme der Animisten, dieselbe sei ein Erzeugnis der Seele oder des Lebensgeistes, von dem sie alle rätselhaften Erscheinungen des Lebens ableiteten. Eine Ausnahme hiervon machten nur die sogenannten Iatromathematiker, welche die Wärme von der Reibung des Blutes in den Gefässen ableiteten, oder auch mit der bei der Fäulnis oder der Gährung auftretenden Wärme verglichen, eine Annahme, die der Wahrheit nahe genug kommt, ohne jedoch zu weiteren Aufschlüssen führen zu können, da man eben von der Ursache der Wärmebildung bei jenen Vorgängen auch nichts wusste. Nachdem jedoch Lavoisier den Verbrennungsvorgang richtig gedeutet und die Übereinstimmung des Atmungsprozesses mit einer Verbrennung erkannt hatte, wurde er ganz naturgemäſs dazu geführt, auch die Wärmebildung der Tiere als Folge dieser Verbrennung anzusehen.

Für die Phlogistiker war das Feuer oder die Wärme ein Stoff oder ein Element, wie ihre anderen Elemente: Erde, Wasser, Luft. Bei der Verbrennung sowie bei der sogenannten Verkalkung der Metalle sollte sich das Phlogiston und mit ihm die Wärme aus den brennenden Körpern loslösen. Als später das brennbare Wasserstoffgas entdeckt wurde, hielten Viele dasselbe für das eigentliche Phlogiston oder für sehr phlogistonreiche Luft, während umgekehrt Sauerstoff als dephlogistisirte Luft angesehen wurde. Diese Annahmen wurzelten so tief in den Anschauungen der damaligen Chemiker, dass selbst die längst bekannte Thatsache der Gewichtszunahme bei der Verkalkung, für welche Lavoisier durch den Nachweis, dass sie durch Aufnahme von Sauerstoff zu stande komme, eine ausreichende Erklärung gab, jene nicht von ihren Vorstellungen abwendig machen konnte; eher halfen sie sich mit der neuen Annahme, das Phlogiston möge wohl eine negative Schwere haben.

Als aber Lavoisier zur Überwindung des phlogistischen Standpunkts durchgedrungen war, konnte er nicht umhin, die bei allen Verbrennungen auftretende Wärme als eine wichtige Begleiterscheinung gleichfalls in den Kreis seiner Untersuchungen zu ziehen. Zwar blieb auch für ihn, wie für viele Naturforscher nach ihm, die Wärme noch ein Stoff, freilich ein unwägbarer, ein sogenanntes Imponderabile, wie der Magnetismus, die Elektrizität und dergleichen mehr. Aber wenn auch diese Vorstellung verlassen ist, die Art der Wärmemessung, welche Laplace ersonnen und welche Lavoisier mit ihm zur Messung der von Tieren produzierten Wärme benutzt hat, bleibt noch heute mustergiltig. Und als sie die produzierte Wärme mit der in gleicher Zeit ausgeatmeten Kohlensäure verglichen, glaubten sie aus ihren Versuchen den Schluss ziehen zu dürfen, dass die tierische Wärme die Folge der im Körper vor sich gehenden Verbrennung sei.

Hierdurch wurde zum ersten Male eine feste Grundlage für das Verständnis der Grunderscheinung des tierischen Lebens geschaffen. Der

Tierkörper setzt sich im wesentlichen aus Stoffen zusammen, welche aus den Elementen Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff und Stickstoff bestehen. Diese Stoffe können aber noch eine gröfsere Menge von Sauerstoff aufnehmen, als sie schon enthalten; sie verbinden sich deshalb mit dem durch die Atmung zugeführten Sauerstoff, wobei Kohlensäure, Wasser und gewisse stickstoffhaltige Körper entstehen, welche ausgeführt werden. Durch diese Verbrennung wird Wärme gebildet. Indem mit den Ausscheidungen stets ein Teil der Leibessubstanz fortgeht, verliert das Tier an Gewicht. Der Verlust wird gedeckt durch Zufuhr von Nahrungsstoffen, welche aus denselben Elementen zusammengesetzt sind, wie der Tierkörper selbst, so dass dieser, bei passender Zufuhr, längere Zeit fortbestehen kann. Der Lebensvorgang gleicht also in vielen Stücken dem Verbrennungsvorgang in einer Lampe, und in der That sind die Brennstoffe, mit welchen wir die letztere speisen, im Wesentlichen von gleicher Zusammensetzung wie die Nahrungsstoffe.

Das ist in ihren wesentlichen Zügen die Lehre, welche Lavoisier als Ergebnis seiner physiologischen Untersuchungen aufstellte. Sie ist von überraschender Einfachheit und durch seine Versuche so ausreichend gestützt, dass man glauben sollte, die Physiologen seiner Zeit hätten sie mit Begierde ergreifen müssen, um aus den Schwierigkeiten herauszukommen, welche ihnen das Verständnis der Lebenserscheinungen bereitete. Aber das ist keineswegs der Fall gewesen. Ich will versuchen, die Gründe dafür aufzuweisen, soweit sie sich aus dem Studium der damaligen Schriften erkennen lassen.

Während die Herrschaft des Phlogistons unter den Streichen, die ihm die chemischen Entdeckungen Lavoisier's versetzten, schnell erlag, während alle namhaften Chemiker zu der antiphlogistischen Theorie, wie man sie im Bewusstsein des Gegensatzes nannte, übertraten, konnten sich weder die Physiologen von Fach noch die Philosophen und am wenigsten die Chemiker, wenn sie über die Lebenserscheinungen nachdachten, des Eindrucks erwehren, dass diese Erscheinungen von einer ganz besonderen Art seien, die mit denen der unbelebten Natur zwar in Einzelheiten zusammentreffen könnten, die aber von einer besonderen Kraft oder Ursache eigener Art hervorgerufen werden. Ob man diese hypothetische Ursache mit Paracelsus als Archaeus oder mit Stahl als Seele oder, wie es bald nachher Gebrauch wurde, als Lebenskraft bezeichnete, Lavoisier's chemische Theorie der Atmung und Wärmebildung schien auf die schwierige Frage, was eigentlich das Leben sei, keine genügende Antwort zu geben. Man liefs sich, wenn man es genau betrachtet, damals von Anschauungen leiten, wie sie den Bestrebungen der Alchymisten zu Grunde gelegen hatten. Wie diese nach einer Materie suchten, der quinta essentia, welche alle Metalle in Gold verwandeln, den Besitzer weise und unsterblich machen sollte, so suchten die Forscher

jetzt nach einem Wort, nach einer Formel, durch welche alle Rätsel gelöst, alle Geheimnisse erschlossen werden könnten. Und da man dieses Wort, diese Formel nicht fand, so schuf man wenigstens solche Worte für enger begrenzte Gebiete von Erscheinungen. Für die Lebenserscheinungen insbesondere suchten die einen es in der Lebenskraft, die anderen in dem nisus formativus (Blumenbach), die dritten in der Irritabilität Haller's. Am meisten Anklang aber fand die Formel Stahl's, welcher als das Wesen des Lebens die Fähigkeit des Widerstandes gegen die Fäulnis ansah.[1])

Nicht wenig trug zur Befestigung und Verbreitung dieser Anschauungen ein Mann bei, dessen Verdienste auf einem anderen Gebiete unsere vollste Anerkennung verdienen, Xav. Bichat. Bichat ist der Schöpfer der allgemeinen Anatomie, aus der sich unsere heutige Gewebelehre oder Histologie entwickelt hat, und zugleich einer der Mitbegründer der pathologischen Anatomie. Als treuer Anhänger der vitalistischen Schule, welche hauptsächlich auf der Universität von Montpellier gepflegt wurde, hat er dieser Lehre in seinen Werken eine grofse Verbreitung und auf lange Zeit unumschränkte Geltung verschafft. Seine Definition des Lebens: „la vie est l'ensemble des fonctions qui résistent à la mort" ist im Grunde nur eine Umschreibung der Lehre Stahl's. Dass Bichat so grofsen Einfluss gewann, namentlich in seinem Vaterlande, ist weniger dem inneren Gehalt seiner Lehren als vielmehr seiner schönen und schwungreichen Vortragsweise zuzuschreiben.

Nach Bichat müssen wir in der Natur zwei Arten von Körpern unterscheiden, unbelebte und lebende, und zwei Reihen von Erscheinungen, physikalische und physiologische. Erstere werden durch die physikalischen Ursachen hervorgerufen: Schwere, Elastizität u. s. w., die anderen durch die physiologischen Ursachen: Extensibilität, Kontraktilität und Irritabilität. Die ersteren wirken nach unveränderlichen Gesetzen, die letzteren aber nicht. Es sei daher auch unmöglich, die physiologischen Erscheinungen mit den Methoden physikalischer Forschung zu untersuchen; er spricht mit einer Art von Verachtung von solchen Bestrebungen unter deutlicher Anspielung auf Lavoisier, freilich ohne ihn zu nennen.

Dem inneren Drange nach Erkenntnis, dem Suchen nach einem obersten Prinzip kamen aber besonders zwei Zeiterscheinungen zu Hilfe, welche wiederum unter einander im innigsten Zusammenhang stehen: die Naturphilosophie und der Galvanismus. Die Naturphilosophie hat in der Form, welche ihr von Schelling gegeben wurde[2]), den gröfsten

1) „Vita nihil aliud est formaliter, quam conservatio corporis in mixtione quadem corruptibili, sed sine omni corruptionis actualis eventu."

2) Schelling hat in Wirklichkeit zwei naturphilosophische Systeme aufgestellt. Ich spreche hier nur von dem ersten, welches 1797 zuerst ans Licht kam.



Einfluss auf die Entwickelung der Naturwissenschaften, besonders in Deutschland, ausgeübt. Dieser Einfluss ist oft behandelt worden, und es hat nicht an den herbsten Verurteilungen gefehlt, welche die späteren Auswüchse dieser Richtung auch redlich verdienen. Ich kann mich auf eine vollständige Würdigung der Naturphilosophie hier nicht einlassen. Nur ihre Wirkung auf die Auffassung der Lebensvorgänge will ich versuchen anzudeuten. Schelling stellt als höchstes Gesetz der Natur die Dreifaltigkeit auf; alles entstehe durch entgegengesetzte Thätigkeiten, welche durch eine dritte mit einander verbunden sind, die expandierende und die retardierende Thätigkeit und die Schwere, welche als gleichbedeutend mit der Materie anzusehen ist, während letztere zugleich das Produkt der drei Thätigkeiten darstellt. Die Natur als Produkt der eignen Thätigkeit stellt sich dar als unorganische, organische und kosmische. In der ersten ist die Thätigkeit der Natur gehemmt, in der zweiten dauert ihre Produktivität fort, in der kosmischen wird das Zusammenbestehen der beiden ersteren bewirkt. In der unorganischen Natur stellt sich die Dreifaltigkeit dar als Magnetismus, Elektrizität und Chemismus, in der organischen als Sensibilität, Irritabilität und Reproduktion, in der kosmischen als Licht, Schwere und als accelerierende und retardierende Kraft. Alle Organisation geht vom Licht aus, welches der Weltseele entspricht und deshalb auf Erzeugung der Intelligenz hinzielt. Erreicht wird dies aber erst im Menschen, dem Mikrokosmus, der alles umfasst, was im Makrokosmus enthalten ist. Deshalb kann er auch alles in Form von Gedanken wieder erzeugen. Die Naturgesetze müssen sich daher mit den Gesetzen des Bewusstseins decken, und die einen können aus den anderen abgeleitet werden.

In diesem System, von welchem freilich die obigen Sätze keine ausreichende Vorstellung verschaffen können, spielen Analogien eine grofse Rolle. Sie müssen nicht selten die Stelle von Beweisen vertreten. Unverkennbar ist offenbar die Einwirkung des Galvanismus mit seinen Polaritäten. Aber gerade dieser Umstand trug am meisten dazu bei, die Physiologen jener Zeit für das System einzunehmen. Die Entdeckung Galvani's von den wunderbaren Wirkungen an Muskeln und Nerven hatte einen mächtigen Eindruck gemacht. Man suchte und fand in dem Galvanismus den Schlüssel, zunächst zu den Erscheinungen der Nerven- und Muskelthätigkeit, bald aber auch für alle Lebenserscheinungen. So schreibt, um nur ein Beispiel anzuführen, der Wiener Physiologe Prochaska in der Vorrede zur neuen Bearbeitung seines Lehrbuchs vom Jahre 1820 sich mit vielem Selbstbewusstsein das Verdienst zu, erwiesen zu haben, dass „der Lebensprozess und der Galvanismus auf gleichen Gründen beruhen", und rühmt als einen Vorzug der neuen Ausgabe, dass sie von diesem Standpunkte aus bearbeitet sei, wie denn auch ein 47 Seiten langer Abschnitt die Aufschrift trägt: „Das Leben über-

haupt aus den Gesetzen des elektrischen Prozesses abgeleitet". Die Zahl der Abhandlungen über Galvanismus, welche damals erschien, ist zu grofs, um sie alle anzuführen. Ich nenne nur, weil es wegen seines Verfassers interessiert, Alexander von Humboldt's zweibändiges Werk über die gereizte Muskel- und Nervenfaser.

Sieht man die Lehrbücher jener Zeit durch, so findet man überall die Spuren dieser Einflüsse. Ich will nur auf eines etwas eingehen, weil es typisch ist und aufserdem aus einem rein persönlichen Grunde, weil es von einem meiner Vorgänger auf dem Erlanger Lehrstuhl der Physiologie herrührt. Georg Friedrich Hildebrandt, Professor der Arzneikunde und Chemie, später Professor der Physik und Chemie in Erlangen, ist zwar hauptsächlich durch sein 1789—1792 erschienenes Lehrbuch der Anatomie bekannt, welches noch 1830—1832 von E. H. Weber neu bearbeitet wurde. Er hat aber auch Lehrbücher der Chemie und der Naturlehre geschrieben, und sein Lehrbuch der Physiologie, welches 1796 zuerst erschien, wurde noch nach seinem Tode auf Grund eines hinterlassenen Manuskripts von seinem Schwiegersohne Hohnbaum in 6. Auflage neu herausgegeben. Hildebrandt war ein nüchterner, fleifsiger Arbeiter von erstaunlich ausgebreitetem Wissen. Er betont fortwährend die Wichtigkeit der Erfahrung gegenüber der Konstruktion aus allgemeinen, unbewiesenen Hypothesen. Trotzdem spielen, namentlich in den späteren Auflagen die „Polarstoffe" und die „Grundkräfte" bei ihm eine grofse Rolle. Aller Materie liege die Vereinigung dieser beiden (Dehnkraft und anziehende Kraft) zu Grunde. Dieselben könnten sich auch entzweien, dann wirke der Überschuss der einen auch auf entfernte Körper. Dadurch entstehen Magnetismus, Elektrizität, chemischer Prozess und, als eine höhere Stufe, das Leben. Daher wirkten auch beide Kräfte im Leben, die Dehnkraft aber mehr, welche im freien Zustande als Licht erscheint, im lebenden Körper aber als Lebensturgor, vermöge dessen die Körper strotzen, sich entwickeln und wachsen. Doch fehlt auch die anziehende Kraft nicht, und aus ihr folgen dann die chemischen und mechanischen Prozesse.

Alles das wird mit dem Bewusstsein vorgetragen, wirklichen Aufschluss zu gewähren, während es uns den Eindruck des Spielens mit Worten macht. Zuweilen überkommt wohl auch den Verfasser ein ähnliches Gefühl, indem er unmittelbar nach den mitgeteilten Auseinandersetzungen fortfährt: „Allein wir dürfen nicht wähnen, mit dieser Erklärung den Schleier gehoben zu haben, der uns das Geheimnis des Lebens, wie das der ganzen Schöpfung, verhüllt. Es ist alles Hypothese, was die Physiologen unserer Zeit zur Erklärung des Lebens sagen können, wie alles, was die Physiologen der Vorzeit über dasselbe gesagt haben, wenngleich die neueren Forschungen tiefer in die Natur eingedrungen sind, als den älteren gestattet war."

Dieses „tiefere Eindringen“ soll sich auf die Schelling'sche Naturphilosophie beziehen, wie sie sich in Hildebrandt's Kopfe spiegelte. Im Grunde genommen war dieser aber gar nicht spekulativ veranlagt; er würde vielmehr, wenn er um die Mitte unseres Jahrhunderts aufgetreten wäre, wahrscheinlich als ein krasser Materialist verketzert worden sein.

Denn für ihn giebt es in der Natur nichts als Stoff, grobe und feine Stoffe, wie er sagt; unter den letzteren versteht er das, was man kurz darauf und bis in unsere Zeit hinein, als Imponderabilien zu bezeichnen pflegte. Nur durch die verschiedene Mischung dieser Stoffe allein seien alle Erscheinungen, auch die des Lebens bedingt, nicht, wie Reil gemeint habe, durch die Mischung und Form, denn die letztere sei schon in der ersteren begriffen, weil durch sie bedingt.

Dieser Reil spielt für den Vitalismus in Deutschland eine ähnliche Rolle, wie Bichat in Frankreich. Er gründete ein Archiv für Physiologie, dessen ersten, 1796 erschienenen Band er mit einer umfänglichen Abhandlung „über die Lebenskraft“ eröffnete. Nach Reil giebt es zwei Reihen von Erscheinungen, Materie und Vorstellungen. Auch die Erscheinungen der lebenden Körper, soweit sie nicht Vorstellungen sind oder mit solchen zusammenhängen, haben deshalb ihren Grund in der tierischen Materie, ihrer Mischung (d. h. chemischen Zusammensetzung) und Form. „Kraft“ nennt er das Verhältnis der Erscheinungen zu den Eigenschaften der Materie, durch welche sie erzeugt werden. Danach ist auch die „Lebenskraft“ Folge der materiellen Zustände, doch entziehen sich dieselben wegen des unvollkommenen Zustandes der Chemie und der Unbekanntschaft mit den Imponderabilien der sinnlichen Wahrnehmung. Daher besitzt auch jedes Organ, ja jedes Gewebe, vermöge seiner Mischung und Form seine eigene Lebenskraft. In dem Bestreben, diese Eigenschaften näher zu begründen, greift dann auch Reil zu der Bezeichnung des Lebensvorganges als eines „potenzierten galvanischen Prozesses“.

Die Unfruchtbarkeit aller dieser Spekulationen, namentlich aber die Auswüchse, welche die Naturphilosophie trieb, indem sie die Thatsachen nicht auf dem freilich mühsamen Wege der Einzelforschung finden, sondern aus dem „obersten Prinzip“ durch Deduktion oder Intuition ableiten wollte, bewirkte nach und nach eine völlige Abwendung der besseren Köpfe unter den Naturforschern von ihr. Doch muss man, der Gerechtigkeit wegen, anerkennen, dass die philosophischen Ideen auch anregend auf manche Zweige unserer Wissenschaft gewirkt haben. Besonders die Entwickelungsgeschichte und die vergleichende Anatomie, wurden gerade damals erheblich gefördert. Dagegen blieb die Grunderscheinung des tierischen Lebens, die von Lavoisier entdeckte fortwährende Oxydation seiner Bestandteile und der damit zusammenhängende Stoffwechsel ganz unerörtert. Selbst ein so kenntnisreicher Mann wie der Mediziner und Philosoph Hermann Lotze konnte nicht zum

Verständnis desselben gelangen und giebt noch im Jahre 1851 in seiner „allgemeinen Physiologie“ einen missglückten Versuch, denselben teleologisch zu erklären durch die Annahme, dass der Körper durch den steten Wechsel seiner Bestandteile geschickter werde, äufseren Störungen zu widerstehen. Ebensowenig gelang es dem grofsen Johannes Müller in seinem Handbuche, in welchem er das ganze physiologische Wissen seiner Zeit in mustergiltiger Weise zusammenfasste, den richtigen Standpunkt in Bezug auf diese Grundfrage zu gewinnen.

Lotze ist einer der ersten, welcher den Vitalismus wissenschaftlich bekämpfte, ohne jedoch einen nachhaltigen Eindruck zu machen. Dagegen sucht er den teleologischen Standpunkt philosophisch zu rechtfertigen. Aus den Voraussetzungen der Naturphilosophie lässt sich derselbe auch als logische Konsequenz unmittelbar ableiten. Bei Lotze dagegen scheint mir die Beweisführung mangelhaft zu sein. Thatsächlich ist ja die Zweckmäfsigkeit in den Einrichtungen der organischen Natur unzweifelhaft vorhanden; nur kommt sie nicht dieser allein, sondern in gleichem Mafse der gesamten Natur zu. Zum Verständnis der Einzelheiten ist es deshalb oft sehr förderlich, die Frage zu stellen, welchen Zweck wohl dieser oder jener Teil in der ganzen Organisation erfüllen könnte. Nur dürfen wir dabei nicht vergessen, dass wir damit einen Begriff einführen, welcher einen Sinn nur hat vom Standpunkt eines mit bewussten Absichten handelnden Individuums, während die Naturobjekte unserer Untersuchung als etwas Gegebenes entgegentreten. Wie die darwinistische Lehre die überwiegende Zweckmäfsigkeit der Lebewesen verständlich zu machen sucht, brauche ich hier nicht weiter auszuführen.

Wiederum war es ein Chemiker, von welchem der Anstofs zu einer Erneuerung der Physiologie ausging, Justus Liebig. Nachdem er die von Lavoisier geschaffene organische Elementaranalyse wesentlich verbessert hatte, wandte er sein reiches chemisches Wissen dem Studium der Ernährungsbedingungen der Tiere und Pflanzen zu. Was er in dieser Beziehung gelehrt hat, ist zum Teil weniger die Frucht experimenteller Untersuchung als vielmehr durch deduktive Schlussfolgerung aus chemischen Grundsätzen abgeleitet. Vieles davon hat sich als irrtümlich erwiesen. Nichtsdestoweniger gebührt ihm das Verdienst, die wissenschaftliche Untersuchung des Stoffwechsels neu angeregt und die Grundlehren Lavoisier's in ihrer wichtigen Bedeutung den Physiologen wieder zum Bewusstsein gebracht zu haben.

Ich muss hier, ehe ich den Gegenstand weiter verfolge, wieder auf das Ende des vorigen Jahrhunderts zurückgreifen und etwas über den Lebensvorgang in den Pflanzen, besonders über ihre Ernährung beibringen. Schon 1779 hatte Priestley gefunden, dass Pflanzen im stande sind, die Luft abgesperrter Räume, in welchen Tiere zu Grunde gegangen

sind, so zu verändern, dass sie wieder atembar wird. Noch in demselben Jahre wies Ingen-Housz nach, dass nur den grünen Pflanzenteilen diese Fähigkeit zukomme, und zwar nur im Licht; dass sie Kohlensäure aufnehmen und Sauerstoff aushauchen; dass dagegen im Dunkeln alle Pflanzen, die nichtgrünen Pflanzen immer, Sauerstoff aufnehmen und Kohlensäure aushauchen wie die Tiere. Im weiteren Verfolg seiner Untersuchungen stellte er dann die Lehre von der Ernährung der Pflanzen in ihren wesentlichsten Teilen fest; er zeigte, dass der Kohlenstoff, welchen die Pflanze bei ihrem Wachstum aufspeichert, nicht aus dem Boden stammen könne, sondern aus der atmosphärischen Kohlensäure, deren Sauerstoff ausgeschieden wird, während der Kohlenstoff sich in der Pflanze mit den Elementen des durch die Wurzeln aufgenommenen Wassers (und zum Teil mit Stickstoff) verbindet. Seine Entdeckungen wurden im wesentlichen bestätigt durch Senebier, welcher jedoch irrtümlicher Weise glaubte, dass die Kohlensäure durch die Wurzeln aufgenommen werden könne. Noch genauer erforscht wurden diese Vorgänge durch Th. de Saussure, welcher nachwies, dass gröſsere Mengen von Kohlensäure (die atmosphärische Luft enthält von derselben bekanntlich nur sehr geringe Mengen — in 10 000 Raumteilen nur 3—4) nur dann günstig auf die Pflanze wirken, wenn dieselbe sehr stark belichtet wird; dass die Gewichtszunahme der Pflanze gröſser ist als die aufgenommene Kohlenstoffmenge, weil sie noch Wasser und Salze, letztere freilich in sehr geringer Menge, aus dem Boden aufnimmt; dass neben der Kohlensäurezersetzung auch im Licht immer noch die Atmung, d. h. die Aufnahme von Sauerstoff und Bildung von Kohlensäure einhergeht, dass diese auch schon bei Keimpflanzen vorhanden sei; dass die Pflanze keinen Stickstoff aus der Atmosphäre aufnehme, sondern dass aller Stickstoff vermutlich aus dem Boden stamme, was dann später von Boussingault durch genaue Versuche endgiltig festgestellt wurde. Fügen wir noch hinzu, dass Marcet 1834 den Nachweis führte, dass die Pilze, denen der grüne Farbstoff fehlt, Sauerstoff aufnehmen und Kohlensäure ausatmen, so haben wir die Summe dessen, was Liebig bei seinem Eingreifen in die Lehre von der Pflanzenernährung vorfand, zusammengestellt.

Trotz dieser Errungenschaften hielten die praktischen Landwirte ebenso wie die Theoretiker immer noch an der Lehre fest, dass der sogenannte Humus für die Entwickelung der Pflanzen nötig sei und dass aus ihm die Pflanze ihre ganze Nahrung, auch den Kohlenstoff, beziehe. Diese Humustheorie hat Liebig gründlich beseitigt und dadurch der Landwirtschaft die Grundlage zu einer rationellen Düngerlehre gegeben. Für unsere Betrachtung ist aber von gröſserer Bedeutung die endgiltige Feststellung des sogenannten Kreislaufes des Stoffes in der organischen Natur. Die Pflanze nimmt Kohlensäure aus der Luft, Stickstoff

und Wasser aus dem Boden auf und bildet aus diesen Stoffen die organischen Körper, welche neben geringen Mengen von Salzen die grofse Masse der Pflanzen ausmachen. Die Pflanzen dienen den Tieren zur Nahrung, unmittelbar (bei Pflanzenfressern) oder mittelbar (bei Fleischfressern, welche sich ihrerseits von Pflanzenfressern nähren). In diesen wird teilweise der Kohlenstoff wieder zu Kohlensäure, der Wasserstoff zu Wasser verbrannt, während ein anderer Teil dieser Stoffe in Verbindung mit Stickstoff in einer Form ausgeschieden wird, welche leicht in Ammoniakverbindungen übergeht und als solche wieder der Pflanze zugänglich wird. Auch durch die Verwesung und Fäulnis entstehen aus dem Pflanzen- und Tierleib im wesentlichen dieselben Produkte. So ist also der Grundsatz der Erhaltung des Stoffes, welchen Lavoisier's Arbeiten für die chemischen Prozesse im kleinen Mafsstab begründet hatten, auch für das grofse Getriebe der Stoffwanderung auf der ganzen Erde festgestellt und erwiesen.

Trotz der Hervorhebung des chemischen Standpunktes in der Betrachtung der Lebenserscheinungen hält Liebig an der Anschauung fest, dass diese noch von einer besonderen Lebenskraft abhängen, welche die chemischen Wirkungen zwar nicht aufhebt, aber gleichsam leitet und in Schranken hält. Diese allgemein geteilte, bei allen Schriftstellern jener Zeit wiederkehrende Annahme lässt sich im wesentlichen auf die vermeintliche Schwierigkeit zurückführen, zu verstehen, warum der lebende Körper sich in seinem Bestand erhält, während er doch unmittelbar nach dem Tode der Auflösung durch Verwesung und Fäulnis anheimfällt. Diese Schwierigkeit besteht in Wirklichkeit gar nicht, da ja auch der lebende Körper fortwährend angegriffen und teilweise aufgezehrt wird; nur dass in ihm gleichzeitig auch Ersatz des verbrauchten Stoffes stattfindet.

Waren es bisher ausschliefslich chemische Gesichtspunkte gewesen, um welche sich die Erörterungen drehten, so trat um die Mitte unseres Jahrhunderts eine mehr physikalische Betrachtung in den Vordergrund. Angeregt wurde sie durch Helmholtz' epochemachende Schrift: Über die Erhaltung der Kraft. Von dem neugewandten Standpunkt aus beleuchtete du Bois-Reymond in der berühmt gewordenen Vorrede zu seinen „Untersuchungen über tierische Elektrizität" die Unhaltbarkeit der Lehre von der Lebenskraft und betonte nachdrücklich, dass die Lebenserscheinungen von den Erscheinungen der unbelebten Natur nicht getrennt werden können, sondern dass es Aufgabe der Wissenschaft sein müsse, beide Reihen von Erscheinungen aus denselben Grundannahmen begreiflich zu machen, soweit dies überhaupt naturwissenschaftlich möglich sei.

Wir haben oben gesehen, in welcher Weise Laplace und Lavoisier den Nachweis zu führen versuchten, dass die tierische Wärme einzig und

allein durch die im Körper stattfindende langsame Verbrennung erzeugt werde. Aber ihre Versuche sowohl wie ihre Berechnungen waren nicht genau genug, um eine so wichtige Frage endgiltig zu entscheiden. Veranlasst durch eine im Jahre 1822 von der Pariser Akademie gestellte Preisaufgabe suchten Dulong und Despretz dieselbe durch neue Versuche zu entscheiden. Sie kamen zu sehr wenig befriedigenden Erfolgen, denn nach Dulong's Versuchen sollten nur rund 75 Proz., nach denen von Despretz nur rund 80 Proz. der von Tieren erzeugten Wärme aus den Verbrennungen im Tierkörper stammen. Wie der Rest von 20 bis 25 Proz. entstehen könne, blieb vollkommen rätselhaft. So kann es nicht wunder nehmen, dass in zahlreichen physiologischen Schriften immer noch die Vorstellung auftauchte, die tierische Wärme sei etwas ganz Besonderes, sie werde vom Nervensystem oder durch die Lebenskraft erzeugt und deshalb brauche auch gar kein konstantes Verhältnis zwischen der produzierten Wärme und den verbrannten Stoffen zu bestehen.

Ich habe jedoch nachgewiesen, dass weder die Versuche von Dulong und von Despretz, noch die Art der Berechnung derselben einen bindenden Schluss dieser Art gestatten. Es ist mir später auch gelungen zu zeigen, dass man hinreichend übereinstimmende Werte durch den Versuch und durch die Berechnung aus der Verbrennungswärme der verzehrten Nahrung erhält, wenn man die Versuche über längere Perioden ausdehnt und dafür sorgt, dass die Tiere sich im Ernährungsgleichgewicht befinden, d. h. in einem Zustande, in welchem eine der aufgenommenen Nahrung äquivalente Menge von Stoffen wirklich in ihnen verbrennt. Diese Frage hängt aber, wie wir gleich sehen werden, mit dem Gesetz von der Erhaltung der Kraft oder, wie ich es lieber bezeichnen möchte, von der Unveränderlichkeit des Energievorrates innig zusammen. Unter Energie verstehe ich die Fähigkeit, Arbeit zu leisten. Alltägliche Erfahrungen lehren uns, dass die materiellen Teilchen diese Fähigkeit erlangen, wenn sie in Bewegung sind. Eine Bleikugel, welche ich in der Hand halte, ist das unschuldigste Ding; wenn ich derselben aber eine grofse Geschwindigkeit erteile, z. B. dadurch, dass ich sie aus einem Gewehr durch den Druck der bei der Pulverexplosion entstehenden Gase herausschleudere, so kann sie Knochen zerschmettern. Die Mechanik lehrt uns, dass die so erlangte Energie gemessen werden kann durch die von ihr geleistete Arbeit und dass sie ausgedrückt werden kann durch das halbe Produkt der Masse in das Quadrat der Geschwindigkeit. Was von der Bleikugel gilt, gilt für jede andere Masse; der Stein in David's Schleuder konnte, nachdem ihm durch die Armmuskeln des Knaben eine gewisse Geschwindigkeit erteilt war, des Riesen Goliath Schädel zerschmettern. Nun denken Sie sich aber zwei Steine von gleicher Masse, den einen am Boden liegend, den anderen auf dem Dache eines Hauses, und stellen Sie sich vor, der

letztere werde durch irgend einen Umstand über den Rand des Daches fortgeschoben. Er fällt jetzt und erlangt im Fallen eine mit der Fallzeit nach dem bekannten Galilei'schen Gesetz zunehmende Geschwindigkeit. Am Boden angelangt, kann er deshalb eine Wirkung ausüben, Arbeit leisten, was der dort liegende Stein nicht vermag. Wir sehen also, dass es aufser der Energie der Bewegung noch eine zweite Art von Energie giebt, welche wir zum Unterschied Energie der Lage nennen wollen. Letztere ist von ersterer wesentlich dadurch verschieden, dass sie erst dann wirkungsfähig wird, d. h. Arbeit leisten kann, wenn sie in Energie der Bewegung übergeht. Man hat sie deshalb auch als latente oder potentielle Energie oder Spannkraft, erstere dagegen als lebendige Energie oder lebendige Kraft bezeichnet.

Vielfache Versuche haben bewiesen, dass man die Energie der Lage in Energie der Bewegung und umgekehrt verwandeln kann, ohne dass dabei die Energiemenge verändert wird. Dies gilt nicht nur von den Energieformen der Massen im ganzen, sondern auch von denen der kleinsten Teilchen oder Moleküle, aus denen nach den Anschauungen der Physiker die Massen bestehen. Denken Sie sich einen Mückenschwarm, der an einem warmen Sommerabend über einer Wasserfläche schwebt. Er bildet eine feststehende Säule, aber die nähere Betrachtung zeigt, dass die einzelnen Tiere in unaufhörlicher Hin- und Herbewegung begriffen sind. So bewegen sich die Moleküle eines äufserlich ruhenden Körpers hin und her, und die Energie dieser inneren Bewegung ist es, was wir wegen des Eindruckes, welchen sie auf unsere Nerven ausübt, als Wärme bezeichnen. Nun kann diese Form der Energie in die der sichtbaren Bewegung von Massen übergeführt werden und umgekehrt, und auch hierfür gilt der Satz, dass dabei der Energievorrat weder vermehrt, noch vermindert wird. Und endlich gilt dieser Satz auch für alle anderen Formen von Energie, welche uns bekannt sind, elektrische Erscheinungen, Licht, chemische Wirkungen u. s. w.

Einzelne Teile dieses wichtigen Naturgesetzes waren den Physikern seit längerer Zeit geläufig; in seiner allgemeinen Bedeutung hat es zuerst der Heilbronner Arzt J. R. Mayer erkannt und, freilich etwas unklar, ausgesprochen. Unabhängig von ihm fand es Helmholtz und gab ihm, wenn auch zunächst mit weiser Vorsicht nur als Hypothese, einen bestimmten mathematischen Ausdruck unter Anführung aller bis dahin bekannten thatsächlichen Beweise. Diese sind seitdem vielfach vermehrt worden, während es keine einzige Erfahrung giebt, welche dem Gesetze widerspräche. Wir sind daher vollberechtigt, in ihm ein oberstes Naturgesetz zu sehen, welches das früher erwähnte Gesetz von der Unveränderlichkeit der Materie wesentlich ergänzt.

Um die Wichtigkeit dieses Gesetzes für unsere Auffassung der Lebenserscheinungen zu beleuchten, muss ich noch ein Wort über den Zusammen-

hang zwischen Wärme und chemischen Prozessen anfügen. Wenn in einem Gemenge von Wasserstoff und Sauerstoff die Moleküle dieser beiden Gase, je nach ihrer Temperatur, mit größerer oder geringerer Geschwindigkeit sich hin- und herbewegen, so bleibt doch der mittlere Abstand der Moleküle von einander ungeändert. Nähern wir aber dem Gemenge eine Flamme oder lassen wir einen elektrischen Funken durchschlagen, so ändert sich ihre gegenseitige Lage. Wasserstoff und Sauerstoff verschwinden; statt ihrer haben wir jetzt Wasser, in welchem sich Wasserstoff und Sauerstoff zu neuen, zusammengesetzten Molekülen vereinigt finden. Wir nennen das eine chemische Verbindung. Wir können diesen Vorgang vergleichen mit dem Fallen eines Steines. Wie bei diesem die gegenseitige Lage von Stein und Erde, so haben sich in unserem Falle die gegenseitigen Lagen der Wasserstoff- und Sauerstoffteilchen verändert. Nun finden wir aber, dass bei dieser Verbindung Wärme entsteht, welche, wenn wir den Vorgang innerhalb eines Kalorimeters sich vollziehen lassen, auf dieses übertragen und gemessen werden kann. Die Energie der Lage der Wasserstoff- und Sauerstoffteilchen ist also in Energie der Bewegung und zwar in der Form der Molekularbewegung, welche wir Wärme nennen, übergeführt worden.

Zahlreiche Versuche haben bewiesen, dass bei dieser Vereinigung von Wasserstoff und Sauerstoff für jeden Gewichtsteil Wasserstoff stets ein und dieselbe Energiemenge in Form von Wärme auftritt. Ein Kilogramm Wasserstoff produziert, wenn es zu Wasser verbrennt, so viel Wärme, dass dadurch rund 34000 Kilogramm Wasser von 0° auf 1° C. erwärmt werden können. Wir nennen diese Zahl die Verbrennungswärme des Wasserstoffs. Ebenso können wir die Verbrennungswärme des Kohlenstoffs oder die bei irgend einer anderen chemischen Verbindung frei werdende Wärme bestimmen.

Genau genommen ist aber jene Zahl nicht der wahre Ausdruck der Verbindungswärme zwischen Wasserstoff und Sauerstoff. Gewichtige Gründe zwingen uns zu der Annahme, dass im Wasserstoffgas die kleinsten Teilchen des Wasserstoffs, die sogenannten Atome, nicht frei vorhanden sind, sondern zu je zweien zu einem Molekül verbunden, und dasselbe gilt von den Atomen und Molekülen des Sauerstoffs. Ehe also die Vereinigung von Wasserstoff- und Sauerstoffatomen zu Wassermolekülen stattfinden konnte, mussten erst die Wasserstoffmoleküle und die Sauerstoffmoleküle zerlegt werden. Da dies eine gewisse Arbeitsleistung erfordert, so ist das Endergebnis der Verbrennung ein etwas geringerer Wärmebetrag. Die Verbrennungswärme ist gleich der Verbindungswärme minus der sogenannten molekularen Haftwärme.

Dieser Umstand muss noch mehr beachtet werden, wenn es sich nicht um die Verbrennung einfacher, sondern schon zusammengesetzter Körper handelt. Fette z. B. sind Verbindungen von Kohlenstoff-, Wasser-

stoff- und Sauerstoffatomen. Die Fette können aber noch mehr Sauerstoff aufnehmen — sie können zu Kohlensäure und Wasser verbrennen. Lavoisier sowohl wie Dulong und Despretz nahmen an, dass dabei ebensoviel Wärme gebildet werde, als wenn die gleichen Mengen freien Kohlenstoffes und Wasserstoffes verbrennen würden. In Wirklichkeit ist aber der Betrag geringer und zwar um den Wert der molekularen Haftwärme der Kohlenstoff-, Wasserstoff- und Sauerstoffatome im Fettmolekül.

Ebenso wie bei der chemischen Verbindung Wärme frei wird, können wir durch Aufwendung von Wärme chemische Verbindungen zerlegen. Das rote Quecksilberoxyd z. B. wird durch Erhitzen in Quecksilber und Sauerstoff zerlegt. Die bei solchen Trennungen aufgewendete Energie ist, soweit dies untersucht werden konnte, stets gleich gefunden worden der bei derselben Verbindung entstehenden Wärme. Das Gesetz von der Erhaltung oder Unveränderlichkeit der Energie gilt auch hier durchweg.

Und nun lassen Sie uns, nach dieser langen Abschweifung, zur Betrachtung der lebenden Wesen zurückkehren. In allen Tieren findet fortwährend Verbrennung statt. Kohlenstoff- und wasserstoffhaltige Substanzen treten in sie ein, freier Sauerstoff wird mit der Atmung aufgenommen, und beide treten verbunden als Kohlensäure und Wasser aus. Darum wird auch in allen Tieren Wärme gebildet, auch in den sogenannten kaltblütigen, welche nur darum meistens nicht viel wärmer sind als ihre Umgebung, weil sie die von ihnen gebildete Wärme leichter nach aufsen abgeben. Auch die Pflanzen bilden, soweit in ihnen Sauerstoff zur Verbindung mit Kohlenstoff und Wasserstoff gelangt, Wärme. In manchen Blüten, z. B. der Aroideen, in keimenden Samen und in anderen ähnlichen Fällen kann die Wärmebildung soweit über die Verluste steigen, dass eine erhebliche Erwärmung eintritt.

Aber die Tiere produzieren nicht blos Wärme, sie leisten auch mechanische Arbeit. In gröfserem Mafse geschieht dies hauptsächlich durch Vermittelung der Muskeln. Auch diese Leistung findet durch die Energie chemischer Verbindungen statt. Es ist nachgewiesen worden, dass in den arbeitenden Muskeln die Verbrennungsvorgänge lebhaft gesteigert werden. Arbeitende Menschen scheiden viel gröfsere Mengen von Kohlensäure aus als ruhende. Die tierische Maschine, welche wir Muskel nennen, verhält sich in dieser Beziehung ganz wie eine Dampfmaschine, ein Teil der in ihr frei werdenden Energie tritt in Form mechanischer Arbeit, der Rest in Form freier Wärme auf. Nur arbeitet der Muskel unter günstigeren Bedingungen als selbst unsere besten Dampfmaschinen. Während in diesen nur etwa 10 Proz. der chemischen Energie als Arbeit nutzbar gemacht werden können, steigt dieser Anteil bei den Muskeln unter Umständen bis auf 25 Proz. Schon Graf Rumford fand,

dass ein Pfund Heu, wenn man es einem Pferde zu fressen giebt, einen höheren Nutzeffekt liefert, als wenn man es in der Feuerung einer Dampfmaschine verbrennen würde.

Die bei den Verbrennungen erzeugte mechanische Arbeit wird, wenn das Tier keine Arbeit nach aufsen leistet, immer wieder in Wärme zurückverwandelt; sie kommt daher bei kalorimetrischen Untersuchungen, bei denen das Tier in dem Kalorimeter eingeschlossen ist, nicht weiter in Betracht. Ordnet man aber den Versuch so an, dass irgend ein Betrag von nutzbarer Arbeit geleistet wird, so sollte nach der Theorie ein entsprechend geringerer Anteil an Wärme frei werden. Der Physiker Hirn hat versucht, dies experimentell zu beweisen, und daraus das Verhältnis von Wärme und Arbeit, das sogenannte mechanische Wärmeäquivalent, zu berechnen. Doch sind seine Versuche nicht genau genug, um gegenüber den auf anderen Wegen gefundenen Werten des Aquivalentes Geltung zu beanspruchen.

Die Tiere beziehen die kohlenstoffhaltige Nahrung aus dem Pflanzenreich und geben dieselbe, mit Sauerstoff verbunden, als Kohlensäure wieder aus. Die Pflanzen nehmen diese Kohlensäure auf und spalten aus derselben den Sauerstoff wieder ab. Während bei der Bildung der Kohlensäure Energie frei wird, muss zur Trennung der Verbindung Energie aufgewandt werden. Diese Energie stammt offenbar von der Sonne, da nur im Licht die Zerlegung der Kohlensäure stattfinden kann. Dass die Sonne sehr heifs ist, kann nicht bezweifelt werden; sie stellt also einen grofsen Energievorrat dar. Ein Teil dieser Energie gelangt durch Strahlung auf die Erde und wird, soweit er grüne Pflanzen trifft, in der bezeichneten Weise gleichsam aufgespeichert. Derselbe genügt nicht nur zur Erhaltung des tierischen Lebens, sondern muss auch, wenn Pflanzenteile in Öfen oder anderen Feuerungen verbrannt werden, diesen Zwecken dienen. Insofern als Steinkohle und ähnliche Abkömmlinge der Pflanzenwelt zur Heizung verwandt werden, handelt es sich bekanntlich nur um Anteile der Sonnenenergie, die zum Teil vor vielen Tausenden von Jahren auf die Erde gelangt sind.

Alles Leben, tierisches wie pflanzliches, stammt also von der Sonne. Aber während wir für die Stoffe in der organischen Welt der Erde berechtigt sind, einen vollkommen in sich geschlossenen Kreislauf anzunehmen, können wir das für die Wanderungen der Energie durchaus nicht. Die von den Tieren in Form von Wärme ausgegebene Energie strahlt ebenso wie die gesamte von der Sonne auf die Erde gelangte Energie, welche zur Erwärmung der Erdoberfläche gedient hat, in den Weltraum aus und gelangt jedenfalls nur zum allerkleinsten Teil zur Sonne zurück. Wenn also nicht besondere Quellen vorhanden sind, aus denen die von der Sonne ausgegebene Energie immer wieder ersetzt wird, worüber wir nichts wissen, so müsste dereinst ein Tag kommen, an welchem keine

Energie mehr von ihr zur Erde gelangen kann. Dann müsste alles Leben auf der Erde erlöschen.

Wir sind am Ziele unserer Wanderung. War der Weg auch steil und beschwerlich, so hat er uns doch auf eine Höhe geführt, von der wir einen weiten Umblick auf ein großes und reiches Gebiet zu thun vermochten. Und dieser Weg, der uns zur Höhe leitet, er ist zum größten Teil von Lavoisier gebahnt und angelegt worden, so dass es nur noch der einen, freilich kühnsten Arbeit, der Aufstellung des Gesetzes von der Erhaltung der Energie, bedurfte, um den Gipfel zugänglich zu machen.

Von einem solchen Gipfel aus ist es freilich nicht möglich, Einzelheiten genauer zu betrachten. Wollten wir hinuntersteigen und die Gebiete der biologischen Wissenschaften aufmerksam durchmustern, wir würden die Früchte der Arbeit zahlreicher Forscher erkennen, welche zu erwähnen auf unserer kurzen Wanderung sich keine Gelegenheit darbot. Wir würden überall noch zahlreiche Arbeiter sehen, emsig beschäftigt, neue Früchte einzusammeln, Samen auszustreuen für künftige Ernten, oder bisher brachgelegene Fluren vorzubereiten für neue Saat. Wir würden erkennen, dass alle Hilfsmittel der Chemie und Physik wie die erstaunlichen Fortschritte der mikroskopischen Technik nutzbar gemacht werden, um neue Aufschlüsse über Lebensvorgänge zu gewinnen. Vor allen Dingen würde aber eines unsere Aufmerksamkeit fesseln, wovon Lavoisier und seine Zeitgenossen keine Ahnung haben konnten: die Erkenntnis des Aufbaus lebender Wesen aus Elementarorganismen oder Zellen. Von Schwann 1839 eingeleitet, hat diese Erkenntnis gerade in den letzten Jahren neue Fortschritte gemacht. Und Hand in Hand mit der Mikroskopie beginnt jetzt auch die experimentelle Physiologie, ihre Untersuchungen den Zellen, als den Werkstätten der feineren Lebensvorgänge zuzuwenden. Einem Redner, der 100 Jahre nach mir an dieser Stelle stehen wird, mag es vielleicht als eine lohnende Aufgabe erscheinen, seine Zuhörer durch dieses jetzt beginnende neue Zeitalter der Physiologie zu geleiten.

Wir aber wollen uns vorerst des gesicherten Besitzes erfreuen, von dem aus diese neuen Entdeckungszüge unternommen werden können. Zu diesem Besitz hat uns Lavoisier's Arbeit nicht zum wenigsten verholfen. Die Chemiker sind längst darin einig, Lavoisier den Begründer der neuen Chemie zu nennen. Sie werden aber aus dem Vorgetragenen die Überzeugung gewonnen haben, dass auch die Physiologie in ihm einen Pfadfinder zu sehen hat, dem sie den Zugang zu den wertvollsten Teilen ihres Besitzes verdankt. Auch Lavoisier hatte Vorgänger, welche die Richtung angaben, in welcher vorzuschreiten war. Schon 1681 hatte John Mayow erkannt, dass nur ein Teil der atmosphärischen Luft das Atmen und die Verbrennung zu unterhalten vermag und dass dieser Anteil auch im Salpeter enthalten sein müsse, weshalb er ihn als „Spi-

ritus nitro-aëreus“ bezeichnete; 1757 wies Black die „fixe Luft“ (unsere Kohlensäure) in der Ausatmungsluft nach. Ja, wenn wir noch weiter zurückgehen, so finden wir, dass es schon Lionardo da Vinci, jenem umfassenden Geist, der mit dem Genie des Künstlers das Talent eines grossen Gelehrten vereinte, bekannt war, dass das Feuer Luft verzehre und dass Tiere nicht in Luft leben können, welche die Flamme nicht zu unterhalten vermag. Auch das müssen wir betonen, dass vor Lavoisier schon Priestley (1771) den Sauerstoff rein dargestellt und gezeigt hat, dass derselbe vom Blute aufgenommen und dass dunkles Blut durch diese Aufnahme hellrot gefärbt werde, dass diese Aufnahme auch durch Membranen hindurch erfolgen könne, was für das Verständnis der Lungenatmung von Wichtigkeit ist. Man hat Lavoisier zum Vorwurf gemacht, dass er nicht immer gerecht in der Anerkennung der Verdienste seiner Vorarbeiter gewesen sei. Mag sein. Aber das müssen wir doch feststellen: erst aus seiner Hand ist die Lehre von der Atmung und von der Wärmebildung der Tiere in einer solchen Form hervorgegangen, dass alle seine Nachfolger zwar viele Einzelheiten hinzuzufügen, an den Grundlagen aber nichts zu ändern vermochten.

Lavoisier war entschieden ein wissenschaftlicher Geist ersten Ranges. Hatte er eine wissenschaftliche Frage in Angriff genommen, so verfolgte er sie mit allen ihm zu Gebote stehenden Hilfsmitteln so weit, als es ihm möglich war. Und seine Hilfsmittel waren nicht gering, dank seiner vortrefflichen Vorbildung, seiner hervorragenden Begabung und seiner glänzenden äußeren Lage. Es hat ihm nicht an Anerkennung gefehlt. In der Akademie der Wissenschaften, in welche er schon 1768 im Alter von 25 Jahren eintrat, gehörte er zu den angesehensten Mitgliedern; er nahm teil an allen wichtigen Kommissionsberatungen und wurde nicht selten mit der Berichterstattung betraut. Sein Sinn war stets auf das Große, auf den Fortschritt der ganzen Menschheit gerichtet. Als er durch Versuche gefunden hatte, dass durch Arbeit die Kohlensäureausscheidung vermehrt wird, schloss er daraus, dass der schwer arbeitende Mensch auch mehr Nahrung zum Ersatz des verbrauchten Kohlenstoffs bedürfe, und forderte deshalb, dass man sich bestrebe, das Loos der arbeitenden Klassen nach Möglichkeit zu verbessern. Nicht der Beamte allein, sagt er am Schluss der Abhandlung über die Atmung vom Jahre 1789, macht sich um sein Vaterland verdient. Auch der Naturforscher kann patriotische Pflichten erfüllen, wenn er durch seine Arbeiten das Maß des Übels zu verringern lehrt. Und wenn er auch nur die Mittel gefunden hat, die mittlere Lebensdauer der Menschen um einige Jahre, selbst nur um einige Tage zu verlängern, so kann er auf den Ruhmestitel eines Wohlthäters der Menschheit Anspruch machen.

Man spürt in dieser Arbeit, der einzigen, in welcher Lavoisier über den Rahmen streng wissenschaftlicher Erörterungen hinausgeht, den

Hauch der gewaltigen Bewegung, die damals Frankreich erschütterte. Aber die Republik, welche aus dieser Bewegung hervorging, hat seine Verdienste schlecht gelohnt. Angeklagt, als Generalpächter Erpressungen verübt zu haben, wurde er, ohne dass der Beweis einer Schuld erbracht worden, verurteilt und am 8. Mai 1794 im noch nicht vollendeten 51. Lebensjahre hingerichtet. Nous n'avons plus besoin des savants, soll der Vorsitzende des Gerichtshofs geäufsert haben, als einer seiner Freunde zu Gunsten des Angeklagten auf dessen wissenschaftliche Verdienste hinwies. Nein, der Schrecken bedurfte nicht der Männer der Wissenschaft — er konnte sie nicht gebrauchen, denn die echte Wissenschaft lehrt Duldung.

ANHANG.

Literaturnachweisungen nebst Auszügen aus Lavoisier's Schriften.

Autenrieth, Joh. Heinr. Ferd., Handbuch der empirischen menschlichen Physiologie. 3 Bde. Tübingen 1801—1802.

Bartels, Ernst, Physiologie der menschlichen Lebensthätigkeit. Freyberg 1809.

— —, Die Respiration als vom Gehirn abhängige Bewegung und als chemischer Prozess, nebst ihren physiologischen u. pathologischen Abweichungen. Breslau 1813.

Béclard, J., Traité élémentaire de physiologie humaine, comprenant les principales notions de la physiologie comparée. Paris 1855.

Bérard, P., Cours de physiologie, fait à la faculté de médecine de Paris. 3 Bde. Paris 1848—1852.

Béraud, J. B., Manuel de physiologie de l'homme et des principaux vertébrés. Revu par M. Ch. Robin. Paris 1853.

Bichat, Xavier, Recherches physiologiques sur la vie et la mort. Paris 1800. Cinquième édition, revue et augmentée de notes pour la deuxième fois par F. Magendie. Paris 1829.

— —, Anatomie générale, appliquée à la physiologie et à la médecine. 4 Teile in 2 Bdn. Paris An X (1801).

Blumenbach, Joh. Friedr., Institutiones physiologicae. Göttingen 1797. — 2. Aufl. 1798.

du Bois-Reymond, Emil, Untersuchungen über tierische Elektrizität. 1. Bd. Berlin 1848. Vorrede S. XXXIV—L. Neu abgedruckt in: Reden von Emil du Bois-Reymond. 2. Folge. Leipzig 1887. S. 1—28.

— —, Über die Grenzen des Naturerkennens. In der 2. allgemeinen Sitzung der 45. Versammlung deutscher Naturforscher und Ärzte gehaltener Vortrag. Leipzig 1872. Neu abgedruckt in: Reden. 1. Folge. S. 105—140.

— —, Die 7 Welträtsel. In der Leibniz-Sitzung der Akademie der Wissenschaften am 8. Juli 1880 gehaltene Rede. Monatsber. d. k. pr. Akad. d. Wiss. 1880. S. 1045 ff. — Deutsche Rundschau 1881. XXVIII. S. 352 ff. — Leipzig 1881 u. 1884 (zusammen mit der 5. u. 6. Aufl. d. vor. Rede). — Reden, 1. Folge. S. 381—417. Leipzig 1886.

— —, Gedächtnisrede auf Johannes Müller. Gehalten in der Leibnizsitzung der Akademie der Wissenschaften am 8. Juli 1858. Abhandlungen der k. preufs. Akad. der Wiss. Jahrgang 1859. Berlin 1860. S. 25—190. — Neu abgedruckt in: Reden, 2. Folge. S. 143—334.

Burdach, Karl Friedrich, Der Mensch nach den verschiedenen Seiten seiner Natur. Stuttgart 1837.

— —, Die Physiologie als Erfahrungswissenschaft. 6 Bde. Leipzig 1826—1840. Mit Beiträgen von K. E. v. Baer, E. Burdach, J. F. Dieffenbach, H. F. Meyer, Joh. Müller, H. Rathke, Rud. Wagner.



Carus, Carl Gustav, System der Physiologie umfassend die allgemeine Physiologie, die physiologische Geschichte der Menschheit, die des Menschen und die der einzelnen Systeme im Menschen. 3 Teile. Dresden und Leipzig 1838—1840.
Crawford, D. Adair, Versuche und Bemerkungen über die Wärme der Tiere und die Entzündung der verbrennlichen Körper. Ein Versuch, alle diese Erscheinungen auf ein allgemeines Naturgesetz zurückzubringen. 2. Ausg. Aus dem Englischen übersetzt von Dr. Lorenz Crell (eigentlich von W. Borges). Leipzig 1789. Die erste englische Ausgabe erschien 1779, die zweite 1788.
Eble, Burkard, Versuch einer pragmatischen Geschichte der Anatomie und Physiologie vom Jahre 1800—1825. Wien 1836.
Edwards, W. F., De l'influence des agens physiques sur la vie. Paris 1824.
Gavarret, J., De la chaleur produite par les êtres vivants. Paris 1855.
Günther, August Friedrich, Lehrbuch der Physiologie des Menschen. 3 Bde. (Der 3. bearbeitet von Otto Funke.) Leipzig 1845—1853.
Haeser, Heinrich, Lehrbuch der Geschichte der Medizin und der epidemischen Krankheiten. 1. Aufl. in 1 Bd. Jena 1845. 3. Bearbeitung in 3 Bdn. 1875—1879.
Harms, Friedrich, Die Philosophie seit Kant (Bibliothek für Wissenschaft und Literatur. Bd. 8). Berlin 1876.
— —, Philosophische Einleitung in die Encyklopädie der Physik. Allgemeine Encyklopädie der Physik. Herausgegeben von Gustav Karsten. Bd. 1. S. 54—413. Leipzig 1869.
Helmholtz, Hermann, Über die Erhaltung der Kraft, eine physikalische Abhandlung, vorgetragen in der Sitzung der physikalischen Gesellschaft zu Berlin am 23. Juli 1847. Berlin 1847. — Wieder abgedruckt (mit Anmerkungen) in „Wissenschaftliche Abhandlungen von H. Helmholtz. Leipzig 1882. Bd. 1. S. 12—75 und in: Ostwald's Klassiker der exakten Wissenschaften. Nr. 1. Leipzig 1889.
— —, Über die Wechselwirkung der Naturkräfte und die darauf bezüglichen neuesten Ermittelungen der Physik. Ein populär-wissenschaftlicher Vortrag, gehalten am 7. Februar 1854 in Königsberg in Preufsen. Königsberg 1854. Neu abgedruckt in: Populäre wissenschaftliche Vorträge. Heft 2. 1872 und in: Vorträge und Reden. Bd. 1. S. 25—77.
— —, Artikel „Wärme" im Encyklopäd. Wörterbuch der med. Wissenschaften. XXXV. S. 523 ff. Berlin 1846.
Henle, Julius, Handbuch der rationellen Pathologie. 3 Bde. Braunschweig 1846—1853.
— —, Allgemeine Anatomie. Lehre von den Mischungs- und Formbestandteilen des menschlichen Körpers. Leipzig 1841.
Hildebrandt, Friedrich. Lehrbuch der Physiologie. 1. Aufl. Erlangen 1796. 6. Aufl. 1828.
— —, Handbuch der Anatomie: s. unter Weber.
Hirn, G. A., Exposition analytique et expérimentale de la théorie mécanique de la chaleur. 3me édition, entièrement refondue. Tome premier. Paris 1875.
Hoppe-Seyler, Felix, Physiologische Chemie. In 4 Teilen. Berlin 1881.
v. Humboldt, Alexander, Versuche über die gereizte Muskel- und Nervenfaser nebst Vermutungen über den chemischen Prozess des Lebens in der Tier- und Pflanzenwelt. 2 Bde. Posen und Berlin 1797.
Huxley, T. H., Advance of science in the last half century. In „The reign of Queen Victoria: A survey of fifty years of progress. Edited by Thomas Humphry Ward" London 1887. Vol. II. p. 322—387. Abgedruckt in Smithsonian Institution Report. 1887. I. p. 57—98.
Ingen-Housz, Johann, Versuche mit Pflanzen, hauptsächlich über die Eigenschaft, welche sie in einem hohen Grade besitzen, die Luft im Sonnenlichte zu reinigen und in der Nacht und im Schatten zu verderben; nebst einer neuen Methode, den Grad der Reinheit und Heilsamkeit der atmosphärischen Luft zu prüfen. Übersetzt und herausgegeben von Johann Andreas Scherer. 3 Bde. Wien 1786—1790.
— —, Vermischte Schriften physisch-medizinischen Inhalts. Übersetzt und herausgegeben von Nicolaus Carl Molitor. 2. Aufl. 2 Bde. Wien 1784.
Kohlrausch, O., Physiologie und Chemie in ihrer gegenseitigen Stellung beleuchtet durch eine Kritik von Liebig's Tierchemie. Göttingen 1844.
Kopp, Hermann, Geschichte der Chemie. 4 Bde. Braunschweig 1843—1847.
Ladenburg, A., Vorträge über die Entwickelungsgeschichte der Chemie in den letzten 100 Jahren. 2. Aufl. Braunschweig 1887.
Lavoisier, Antoine Laurent, — Oeuvres de Lavoisier publiées par les soins de son

excellence le ministre de l'instruction publique et des cultes. 4 Bde. in 4°. Paris 1864—1868.

Die Ausgabe ist von Dumas besorgt. Der 1. Bd. enthält den „Traité élementaire de chimie“ und die „opuscules physiques et chimiques“. Ersterer erschien 1789, letztere 1774. Der 2. Bd. enthält die wichtigsten Abhandlungen, welche Lavoisier in den Jahren 1770—1792 der Académie des sciences vorlegte. Der 3. und 4. Bd. enthalten Abhandlungen aus den verschiedensten Gebieten der Technik, Kommissionsberichte über Gegenstände aller Art, welche der Akademie vorgelegt wurden, einzelne Briefe u. dgl.

Die für unsere Frage hauptsächlich in Betracht kommenden Abhandlungen sind folgende[1]):

1. Mémoire sur la nature du principe qui se combine avec les métaux pendant leur calcination et qui en augmente le poids (1775). Oeuvres II. 122.

Quecksilberoxyd mit Kohle geglüht giebt fixe Luft[2]), für sich allein geglüht aber entwickelt es eine Luftart, welche keine der Eigenschaften der fixen Luft hat, in welcher Atmung und Verbrennung noch besser vor sich gehen als in der gewöhnlichen Luft. Daraus folgert L., dass das, was sich bei der Calcination der Metalle mit diesen verbindet, nichts anderes sein kann als der „reinere Anteil“ der uns umgebenden Luft, welcher auch zum Atmen dient, und dass die „fixe Luft“ eine Verbindung jener „reinen Luft“ mit Kohle sei. Auch ein großer Teil der bei der Explosion des Pulvers entstehenden Gase sei fixe Luft, im Salpeter müsse also der „atembare“ Anteil der atmosphärischen Luft vorhanden sein und dieser müsse sich mit der Kohle zu „fixer Luft“ verbinden.

2. Expériences sur la respiration des animaux, et sur les changements qui arrivent à l'air en passant par leur poumon (1777). Oeuvres II. 174—183.

„Von allen Erscheinungen des tierischen Lebens ist keine auffallender noch der Aufmerksamkeit der Physiker und der Physiologen würdiger als diejenigen, welche die Atmung begleiten.“ Erhitztes Quecksilber entnimmt aus der atmosphärischen Luft ungefähr $^1/_6$ ihres Volums, indem es sich calciniert; die zurückbleibende Luft kann Atmung und Verbrennung nicht mehr unterhalten. Durch Erhitzen des Quecksilberpräcipitats erhält man ein Gas, welches, jenem Rest der atmosphärischen Luft zugemischt, dieselbe wieder der gewöhnlichen atmosphärischen Luft ähnlich macht. — Ein Sperling stirbt in einer abgesperrten Luftmasse von 31 Kubikzoll nach 55 Minuten; das Luftvolum ist nur sehr wenig, etwa um $^1/_{60}$, verringert. Der Rückstand kann nicht mehr zur Atmung und Verbrennung dienen, trübt Kalkwasser. Kaustisches Kali vermindert das Volum um $^1/_6$; das Kali verliert seine Alkalescenz, braust mit Säuren, krystallisiert — kurz es hat sich mit „fixer Luft“ verbunden. Was nach dieser Absorption übrig bleibt, verhält sich ganz wie die Luft, in welcher sich Quecksilber calciniert hat; fügt man den „respirablen Teil“ der gewöhnlichen Luft hinzu, so erhält man wieder gewöhnliche Luft. Also sind nur zwei Dinge möglich: Entweder die Atmung verwandelt die „respirable Luft“ in „fixe Luft“ (welche L. fortan, weil sie aus der Kreide durch Säuren entwickelt werden kann, acide crayeux nennen will), oder es findet ein Austausch statt. Er neigt zu letzterer Ansicht, weil die „respirable Luft“ das Blut rot macht wie die Metalle (Quecksilber, Blei, Eisen) beim Calcinieren, glaubt aber, dass beides stattfinde.

3. Mémoire sur la combustion des chandelles dans l'air atmosphérique et dans l'air éminemment respirable (1777). Oeuvres II. 184—193.

Die atmosphärische Luft ist kein Element, sondern ein Gemenge, von welchem die „respirable Luft“ etwa $^1/_4$ ausmacht.[3]) In einer durch Quecksilber ab-

---

1) Die bei den folgenden Auszügen hinter den Titeln der Abhandlungen in Klammern beigesetzten Jahreszahlen geben das Jahr an, für welches der betreffende Band der „Mémoires de l'académie“ ausgegeben wurde. Es muss jedoch bemerkt werden, dass Druck und Herausgabe der Bände stets etwa 3—4 Jahre später erfolgt sind und dass die Abhandlungen nicht selten innerhalb dieses Zwischenraums größere Abänderungen oder vollständige Umarbeitung erfuhren. Für das Abwägen der Gründe für und wider gewisse Ansprüche auf das Urheberrecht an Entdeckungen erwachsen aus diesem Umstand große Schwierigkeiten. Doch trifft das am wenigsten die eigentlich physiologischen Arbeiten Lavoisier's, für welche höchstens Crawford, und auch dieser kaum ernstlich, als mitbeteiligt in Betracht kommt.

2) d. h. Kohlensäure.

3) Die Angaben über den Sauerstoffgehalt der Luft schwanken bei L. zwischen $^1/_6$ und $^1/_4$. Einmal steht auch $^1/_5$.



gesperrten Luftmenge erlischt eine Kerze, aber das Luftvolum ändert sich nicht merklich. Kaustisches Kali absorbiert jetzt einen Teil der Luft; fügt man Schwefelsäure zu, so braust das Kali und das alte Volum wird wiederhergestellt. In der Luft, in welcher die Kerze erloschen ist, kann ein Tier noch atmen, Phosphor noch brennen, den letzten Rest der „reinen Luft" kann man in der That der Atmosphäre nur durch Verbrennung von „Pyrophore" entziehen. L. schliefst, dass nur derjenige Teil der atmosphärischen Luft, welchen Priestley als „dephlogistisierte Luft" bezeichnet hat, zur Verbrennung beitrage, und verweist wegen weiterer Ausführung seiner (übrigens hier noch sehr unklaren) Verbrennungstheorie auf spätere Arbeiten.

4) De la combinaison de la matière du feu avec les fluides évaporables, et de la formation des fluides élastiques aériformes (1777). Oeuvres II. 212—224.

Verf. setzt voraus, dass es eine sehr feine Substanz gebe, welche er „matière du feu, de la chaleur et de la lumière" nennt, welche alle Körper durchdringt, sich in ihnen ins Gleichgewicht zu setzen bestrebt ist, aber nicht in alle Körper gleich leicht eindringt, endlich dass dieses Fluidum teils im freien Zustand, teils mit den (materiellen) Körpern verbunden vorkommt. Diese Voraussetzung sei nicht neu, ihre Zulässigkeit werde erwiesen durch die Übereinstimmung mit den Erscheinungen, von denen er handeln werde, durch den Umstand, dass sie alle Erfahrungen der Physik und Chemie erkläre. Gerade wie das Wasser, in welchem man eine chemische Verbindung vor sich gehen lässt, z. B. indem man zu der Lösung einer Säure ein Alkali zufügt, um ein neutrales Salz zu bilden, eine doppelte Rolle spielt, indem ein Teil desselben in die Verbindung eingeht, ein anderer zur Auflösung des Salzes dient, indem es die Teilchen des Salzes von einander entfernt hält, so dass jeder Teil der Flüssigkeit gleich viel von dem Salz aufnimmt — so müsse man auch von der Feuermaterie, welche alle Körper durchdringt, einen Teil unterscheiden, der mit den Körpern verbunden ist, und einen freien Teil, der die Teilchen der Körper von einander entfernt hält. Unter „Wärme" habe man diesen freien Teil zu verstehen. Es gebe zwar kein Mittel, seine Menge zu bestimmen, aber schätzen könne man ihn durch die Ausdehnung der Körper. Wenn bei dem Zusammenbringen verschiedener Stoffe chemische Zersetzungen und Verbindungen entstehen, so komme es darauf an, ob die neuen Substanzen zu ihrer Sättigung ebensoviel Feuermaterie erfordern als die ursprünglichen oder nicht; im letzteren Falle müsse entweder Wärme frei werden, die sich dann in die Umgebung zerstreut, oder es müsse den umgebenden Körpern Wärme entzogen werden. Weil alle Körper die Feuermaterie aufnehmen, so können solche Messungen nicht genau ausfallen. Alle Gefäfse seien gleichsam von Poren durchsetzt, durch welche die Feuermaterie dringt, so dass man sie nicht wie eine Flüssigkeit oder ein Gas absperren und exakt messen könne. — Bei der Verdampfung tritt Abkühlung ein, wie Richmann, Mairan, Cullen und Baumé gezeigt haben, also entstehen Dämpfe durch Verbindung der Flüssigkeiten mit der Feuermaterie. Beschreibungen von Versuchen, welche er gemeinsam mit Laplace über die Verdampfung flüchtiger Substanzen unter der Glocke der Luftpumpe angestellt hat, und Widerlegung der Einwände, welche man aus der Erwärmung von Kalkstein und aufbrausenden Alkalien bei Säurezusatz ableiten könnte.

5) Mémoire sur la combustion en général (1777). Oeuvres II. 225—233.

Erster ausgesprochener Angriff auf die phlogistische Theorie. Die Verbrennung wie die Calcination der Metalle wird erklärt durch die Annahme einer chemischen Verbindung der brennbaren Substanz mit einem Teil der „reinen Luft", welche ihrerseits als eine Verbindung der Feuermaterie mit einer unbekannten Basis betrachtet wird; durch das Freiwerden der Feuermaterie wird die Wärmeentwicklung erklärt, schliefslich die Atmung als ein Verbrennungsprozess aufgefasst und die tierische Wärme durch ihn erklärt.

6) Réflexions sur le phlogistique, pour servir de suite à la théorie de la combustion et de la calcination publiée en 1777. (1783.) Oeuvres II. 623—655.

Vollständige Absage an die Phlogiston-Theorie, nebst einer Theorie der freien und gebundenen Wärme, welche als eine imponderable Substanz aufgefasst wird (vgl. den nächsten Aufsatz), sowie der Verbrennung.

7) Mémoire sur la chaleur (von Lavoisier und Laplace 1780). Oeuvres II. 283—333.

Die Arbeit zerfällt in vier Teile. Im ersten werden zunächst die Ausdrücke „freie Wärme, Wärmekapazität oder spezifische Wärme" definiert. Die Verff. wollen nicht entscheiden zwischen den zwei Hypothesen über das Wesen der Wärme,

nach deren einer sie eine imponderable Flüssigkeit ist, während sie nach der anderen das Ergebnis von Schwingungen der materiellen Moleküle darstellt. Sie heben hervor, was in gleicher Weise aus beiden Vorstellungen gefolgert werden kann: Unveränderlichkeit der freien Wärme bei der einfachen Mischung der Körper, während sie bei chemischen Vorgängen sowohl vermehrt als vermindert werden kann. Aber man kann jedenfalls den Satz aufstellen, dass jede Änderung der Wärme, sei sie reell oder scheinbar, welche bei irgend einer Zustandsänderung eines Körpersystems eintritt, in umgekehrter Richtung auftreten muss, wenn das System in seinen früheren Zustand zurückkehrt. Als Wärmeeinheit wählen sie die Wärmemenge, welche 1 Pfund Wasser um einen Grad der 80 teiligen Skala zu erwärmen vermag, sie nennen „Wärmekapazität“ oder „spezifische Wärme“ das Verhältnis der Wärmeeinheiten, welche gleiche Massen verschiedener Körper um eine gleiche Anzahl von Graden erwärmen. Dieses Verhältnis kann für verschiedene Temperaturen verschieden sein, man darf aber voraussetzen, dass es innerhalb der Grenzen von 0°—80° hinlänglich konstant bleibe. Da die Mischungsmethode zur Bestimmung der spezifischen Wärme nicht ausreicht, so geben sie an, wie man mit Hilfe von Eis Wärmemessungen anstellen kann. Die Theorie des Eiskalorimeters wird entwickelt und der benutzte Apparat beschrieben.

Im zweiten Teil werden die Werte der spezifischen Wärme, bezogen auf die des Wassers, für eine Anzahl von Substanzen mitgeteilt, ferner die Wärme, welche durch Mischung von Schwefelsäure und Wasser, Kalk mit Wasser, Kalk mit Salpetersäure entsteht, die Verbrennungswärmen verschiedener Substanzen und die von einem Meerschweinchen entwickelte Wärme.

Der dritte Teil enthält theoretische Betrachtungen, welche ich, weil sie unserem Thema fern liegen, übergehe.

Im vierten Teil wird nochmals die Verbrennungswärme der Kohle und die Menge der dabei gebildeten Kohlensäure bestimmt und verglichen mit der von einem Meerschweinchen produzierten Wärme und ausgeatmeten Kohlensäure. Die Vergleichung ergiebt Werte, deren Übereinstimmung für genügend erachtet wird, um den Schluss zu rechtfertigen, dass die Atmung eine langsame Verbrennung, im übrigen der Verbrennung der Kohle ähnlich sei. Die dabei in der Lunge entstehende Wärme werde vom Blute aufgenommen und durch den ganzen Körper verbreitet, wozu, wie die Verff. auf Crawford's Autorität hin glauben, der Unterschied der Wärmekapazität des arteriellen und venösen Blutes beiträgt. Aus alle dem leiten die Verff. den Satz ab, dass die Erhaltung der gleichmäfsigen Temperatur der Tiere bei fortwährendem Verlust wenigstens zum grofsen Teil zuzuschreiben sei der Wärmeerzeugung durch die Verbindung der eingeatmeten „reinen Luft“ mit der „Basis der fixen Luft“, welche das Blut liefert. Die Verff. nehmen sich vor, diese Versuche fortzusetzen, besonders an Vögeln, weil diese relativ mehr „fixe Luft“ bilden. Schliefslich stellen sie auch die Frage nach dem, was wir jetzt „Wärmeregulierung“ nennen, und heben die wesentliche Rolle vor, welche die Verdunstung dabei spielt. Auch hierüber versprechen sie weitere Versuche.

8) Mémoire contenant les expériences faites sur la chaleur pendant l'hiver de 1783 à 1784. (Von Lavoisier und Laplace. 1793.) Oeuvres II. 724—738.

Diese Fortsetzung der kalorimetrischen Untersuchungen enthält weitere Bestimmungen von Verbrennungswärmen und spezifischen Wärmen verschiedener Substanzen und theoretische Betrachtungen über die bei chemischen Verbindungen freiwerdende Wärme.

9) Réflexions sur la calcination et la combustion à l'occasion d'un ouvrage intitulé Traité chimique de l'air et du feu. (1781.) Oeuvre II. 391—402.

Dieser Aufsatz enthält eine Kritik von Scheele's Buch „Über Luft und Feuer“, wobei Verf. auf seine eigenen entsprechenden Versuche hinweist. (Der Bericht über das Buch findet sich Bd. IV. S. 377.)

10) Mémoire sur la formation de l'acide nommé air fixe ou acide crayeux, et que je désignerai désormais sous le nom d'acide du charbon. (1781.) Oeuvres II. 403—422.

Hier führt Verf. neben dem Namen „principe oxygine“ für den Sauerstoff, den er schon seit 1781 gebraucht (neben den älteren Bezeichnungen: air éminemment pur, air respirable, air vital)[1]), die neue Bezeichnung „acide charbonneux“[2])

1) Der Name „oxygène“ kommt erst in späteren Arbeiten vor.
2) Später sagt er dafür acide carbonique.



(Kohlensäure) für die ältere „fixe Luft" ein und führt den Nachweis, dass sie eine Verbindung von Kohlenstoff und Sauerstoff sei. Die „Lebensluft" sieht er auch hier noch für eine Verbindung des „principe oxygine" mit der „matière du feu et de la chaleur" an.

11) Premier mémoire sur la respiration des animaux. (1789.) Oeuvres II. 688—703.

12) Premier mémoire sur la transpiration des animaux. (1790.) Oeuvres II. 704—714.

Diese beiden Arbeiten, von Lavoisier und Seguin, sind genauere Ausführung der in früheren (vgl. bes. Nr. 2 und Nr. 7) begonnenen Untersuchungen über die Atmung und Wärmebildung der Tiere. In den Untersuchungen von Laplace und Lavoisier war die vom Tiere produzierte Wärmemenge etwas gröfser gefunden worden, als die aus der abgegebenen Kohlensäure berechnete. Um dies zu erklären, hatte L. 1785 die Vermutung ausgesprochen, dass bei der Atmung neben Kohlenstoff wahrscheinlich auch etwas Wasserstoff verbrenne. Die Atmung geht in reinem Sauerstoff und in Gemengen von Sauerstoff und Stickstoff in verschiedenen Verhältnissen nicht anders vor sich als in atmosphärischer Luft. Der Stickstoff wird weder absorbiert noch abgeschieden; er kann durch andere indifferente Gase ersetzt werden. Die Sauerstoffaufnahme ist bei niederer Temperatur gröfser als bei höherer, wird vermehrt in der Verdauung, durch Muskelarbeit. Die Körpertemperatur ändert sich bei letzterer nur wenig, aber die Pulsfrequenz steigt und zwar in ziemlich genauem Verhältnis zur Arbeitsleistung, während die Sauerstoffaufnahme im Verhältnis des Produktes aus der Zahl der Atemzüge und der Pulsschläge zunimmt, so dass man auch Anstrengungen, welche sonst nicht messbar sind, z. B. Recitieren oder Komponieren, danach in mechanischem Mafs bestimmen könnte. Die durchschnittliche Menge des in 24 Stunden von einem Manne aufgenommenen Sauerstoffes wird auf 2 Pfund 1 Unze 1 Gros, die des ausgegebenen Kohlenstoffes auf 10 Unzen 4 Gros, die des Wasserstoffes (indirekt aus dem Überschufs des Sauerstoffes berechnet) auf 1 Unze 5 Gros 51 Gran angegeben. Betrachtungen über die Ernährung der arbeitenden Klassen, die Wärmeregulierung, Störungen des Gleichgewichtes schliefsen den ersten Artikel (vgl. oben S. 22).

Zur Untersuchung der Hauttransspiration diente eine luftdichte Umhüllung des ganzen Körpers, während die Lungenatmung durch eine dem Munde angefügte Röhre nach aufsen erfolgte. Sie unterscheiden Lungenatmung und Lungentransspiration. Sie stellen sich vor, dass in den Lungen eine kohlen- und wasserstoffhaltige Flüssigkeit aus dem Blute ausschwitze und dann verbrenne. Mit der so gebildeten Kohlensäure und dem gebildeten Wasser verdunste aber gleichzeitig auch Wasser, welches mit dem Kohlenwasserstoff aus dem Blut ausgetreten ist. Letzteres ist Lungentransspirationswasser, ersteres Lungenrespirationswasser. Um diese beiden gesondert zu bestimmen, wird das Respirationswasser aus dem Sauerstoff und der Kohlensäure berechnet (wie in der vorhergehenden Abhandlung) unter der Voraussetzung, dafs alle Kohlensäure in der Lunge oder im Blute, während es in den Gefäfsen zirkuliert, entstehe. Die Verff. verhehlen sich nicht das Unsichere dieser Hypothese. Die Summe der gesamten Atmung und Transspiration wird durch Wägung vor und nach dem Versuch gefunden, der Anteil der Lunge allein durch Wägung innerhalb des Apparates bei Beginn und unmittelbar vor Beendigung des Versuchs — die Differenz ergiebt dann den Anteil der Haut.

Die versprochene Fortsetzung dieser Versuche ist niemals erschienen. Eine von Seguin allein verfasste Übersicht der Arbeiten wurde 1814 veröffentlicht.

Liebig, Justus Freiherr v., Die organische Chemie in ihrer Anwendung auf Agrikultur und Physiologie. 1. Aufl. Braunschweig 1840. 9. Aufl. herausgegeben von Ph. Zoeller. 1776.

— —, Die organische Chemie in ihrer Anwendung auf Physiologie und Pathologie. 1. Aufl. Braunschweig 1842.

— —, Chemische Briefe. Leipzig und Heidelberg 1844. Letzte Aufl. 1865.

— —, Bemerkungen über das Verhältnis der Tierchemie zur Tierphysiologie. Heidelberg 1844.

— —, Untersuchungen über einige Ursachen der Säftebewegung im tierischen Organismus. Braunschweig 1848.

Lotze, Rudolf Hermann, Leben, Lebenskraft, in Wagner's Handwörterbuch der Physiologie. Bd. 1. S. IX—LVIII. Braunschweig 1842.

— —, Allgemeine Physiologie des körperlichen Lebens. Leipzig 1851.

Mayer, J. R., Die Mechanik der Wärme in gesammelten Schriften. 2. Aufl. Stutt-

gart 1874. — Die erste Abhandlung von M. „Bemerkungen über die Kräfte der unbelebten Natur“ erschien 1842 in den Annal. der Chemie u. Pharm. XLII. Bd. S. 233 ff. — Die zweite „Die organische Bewegung in ihrem Zusammenhange mit dem Stoffwechsel“ 1845.

Meyer, Ernst v., Geschichte der Chemie von den ältesten Zeiten bis zur Gegenwart. Leipzig 1889.

Milne Edwards, H., Leçons sur la physiologie et l'anatomie comparée de l'homme et des animaux faites à la faculté des sciences de Paris. 10 Bde. Paris 1857—1872.

— —, Notice sur les travaux physiologiques de Lavoisier. Paris 1885.

Müller, Johannes, Handbuch der Physiologie des Menschen. 1. Bd. 4. Aufl. Coblenz 1844. 2. Bd.

Nasse, H., Tierische Wärme in Wagner's Handwörterbuch IV. 1—106.

Pfaff, Chr. Heinr., Über tierische Elektrizität und Reizbarkeit. Leipzig 1795.

Prochaska, Georg, Lehrsätze aus der Physiologie des Menschen. 2. Aufl. 2 Bde. Wien 1802.

— —, Physiologie oder Lehre von der Natur des Menschen. Wien 1820.

Reil, J. C., Über die Lebenskraft. Archiv. f. Physiologie. Bd. 1. S. 8—162. Halle 1796. Auch sonst enthält das Archiv (es erschienen im Ganzen bis 1815 12 Bde.) vieles darauf Bezügliche.

Richerand, Nouveaux élémens de physiologie. 8. éd. 2 Bde. Paris 1820.

Ritter, J. W., Beiträge zur näheren Kenntnis des Galvanismus und der Resultate seiner Untersuchung. 2 Bde. Jena 1800—1802.

— —, Beweis, dass ein beständiger Galvanismus den Lebensprozess im Tierreich begleite. Weimar 1798.

Rosenthal, J., Physiologie der tierischen Wärme im Handbuch der Physiologie, herausgegeben von L. Herrmann. Bd. 4. 2. Teil S. 287—452.

— —, Kalorimetrische Untersuchungen. Archiv f. Anat. u. Physiol. — Physiolog. Abteil. 1889. S. 1—53.

— —, Kalorimetrische Untersuchungen an Säugetieren. Sitzungsber. d. k. preufs. Akad. d. Wissensch. 1888. S. 1309. — 1889. S. 245. — 1890. S. 393.

Sachs, Julius, Geschichte der Botanik vom 16. Jahrhundert bis 1860 (Geschichte d. Wissensch. in Deutschland. Neuere Zeit. Herausgeg. von d. histor. Kommission bei d. k. bayr. Akad. d. Wissensch. 15. Bd.). München 1875.

Schwann, Theodor, Mikroskopische Untersuchungen über die Übereinstimmung in der Struktur und dem Wachstum der Tiere und Pflanzen. Berlin 1839.

Senebier, Johann, Physikalisch-chemische Abhandlungen über den Einfluss des Sonnenlichts auf alle drei Reiche der Natur und auf das Pflanzenreich insonderheit. Aus dem Französischen. 4 Teile. Leipzig 1785.

— —, Jean, Physiologie végétale, contenant une description des organes des plantes, & une exposition des phénomènes produits par leur organisation. 5 Teile. A Genève. An 8.

Sniadecki, Andr., Theorie des organischen Wesen. Aus der poln. Urschrift übersetzt von Andreas Neubig. Nürnberg 1821.

Tiedemann, Friedrich, Physiologie des Menschen. 1. Bd. Allgemeine Betrachtungen der organischen Körper. Darmstadt 1830.

Treviranus, Gottfried Reinhold, Biologie oder Philosophie der lebenden Natur. 6 Bde. Göttingen 1802—1821.

— —, Die Erscheinungen und Gesetze des organischen Lebens. 2 Bde. in 3 Abteilungen. Bremen 1831—1833.

— —, Beiträge zur Aufklärung der Erscheinungen und Gesetze des organischen Lebens. 2 Hefte. Bremen 1836.

Treviranus, Ludolph Christian, Physiologie der Gewächse. Bonn 1835.

Voit, C. v., Physiologie des allgemeinen Stoffwechsels und der Ernährung (Handbuch der Physiologie, herausgegeben von L. Hermann. 6. Bd. 1. Teil). Leipzig 1881.

Weber, Ernst Heinrich, Allgemeine Anatomie. 1. Bd. der 4. Aufl. von Friedrich Hildebrandt's Handbuch der Anatomie des Menschen. Braunschweig 1830.

Wilhelmy, Ludwig, Zur physikalischen Begründung der Physiologie und Psychologie. Heidelberg 1852.



Nachträglicher Zusatz.

Diese Arbeit war längst abgeschlossen, als mich Herr E. du Bois-Reymond auf das Buch des Herrn Berthelot: La révolution chimique Lavoisier. Paris. Félix Alcan. 1890 aufmerksam machte. Dasselbe enthält eine ausführliche Darstellung der Bedeutung Lavoisier's für die Chemie: Sein Wert wird noch vermehrt durch einen genauen Bericht über die bisher nicht veröffentlichten Laboratoriumstagebücher Lavoisier's, welche, von dessen Gattin gerettet, später von einem Glied der Familie, Herrn de Chazelles, dem Archiv des Institut de France übergeben wurden. Sie umfassen den Zeitraum vom 20. Febr. 1773 bis zum November 1788. Die übrigen scheinen verloren zu sein. J. R.

VI.

Erdöl und Erdgas

von

Dr. C. Engler,

Geh. Hofrath und Professor der Chemie an der technischen Hochschule zu Karlsruhe.

Hochgeehrte Versammlung!

Mein Bedenken, mit einem Vortrag über das Erdöl vor ein so auserlesenes Publikum zu treten, wie solches eine allgemeine Sitzung der deutschen Naturforscher-Versammlung stets in sich birgt, ist bis auf den jetzigen Moment, da ich vor dem Rednerpult stehe, noch nicht beseitigt; kann ja doch das Erdöl ein Interesse für weitere gebildete Kreise nur in sehr geringem Grade und höchstens in Anspruch nehmen als ein Glied jener langen Kette von Beleuchtungsmitteln, welche, anfangend mit Lagerfeuer und Kienspahn und endigend — vorerst wenigstens — mit dem elektrischen Licht, gewissermaassen einen Gradmesser des jeweiligen Culturzustandes der menschlichen Gesellschaft abgiebt.

Mehr als alle anderen Erzeugnisse der Technik allerdings sind die Leuchtstoffe geeignet, einen Maassstab für den Stand unseres Culturlebens zu bilden. Denn giebt uns beispielsweise die Kenntniss der Metalle Anhaltspunkte zur Beurtheilung des Standes der Kunstgewerbe, vornehmlich aber der damit nahe verwandten Waffentechnik, also für das Kriegshandwerk, so findet in dem Stande des Beleuchtungswesens vielmehr die Arbeit des Friedens ihren Ausdruck und die verschiedenen Lichtarten haben in der That für den Kampf des Lichtes gegen die Finsterniss nicht blos eine wörtliche, sondern noch vielmehr eine symptomatische Bedeutung. — Und wie alt ist doch dieser Kampf! — Schon in den Schöpfungsgeschichten der Religionssysteme der verschiedenen Völker begegnen wir ja fast überall als dem Anfang aller Dinge auf Erden dem Kampf oder dem Sieg des Lichtes über die Finsterniss!

Besonders ausgesprochen und in wirklich schöner und poetischer Weise findet dieser Kampf seine Darstellung in der Lehre Zarathustra's (Zoroaster), des Begründers des Parsismus oder des Cultus der Feueranbetung. Ormasd (Ormusd), der Gott des Lichtes und des Guten, führt einen Kampf gegen Ahriman, den Gott der Finsterniss und des Bösen. Alles was in der Welt geschieht, besonders auch alle Handlungen der Menschen geschehen unter dem Einfluss von Ormasd oder von Ahriman und

die heiligen und ewigen Feuer, die man früher in Baku und in den Tempeln ganz Persiens unterhielt, sie sollten auch weiter nichts bedeuten, als Kampf und Sieg des Princips des Lichtes über das der Finsterniss. Bei dunkler Mitternacht, da die Finsterniss am mächtigsten ist, mussten deshalb auch die parsischen Priester den Kampf gegen Ahriman durch ihre Opfer, Gebete und Gesänge aufnehmen und ihn bei den heiligen Flammen fortsetzen, bis wieder der Tag anbrach und das Licht zur Herrschaft kam.

Ich würde mir diesen etwas weiten Excurs in die Lehre Zarathustra's nicht erlaubt haben, wenn nicht zwischen dem durch sie inaugurirten Cultus der Feueranbetung und dem Erdöl meiner Ueberzeugung nach ein besonderer Zusammenhang existirte. Das Vorkommen des Erdöls bei Baku auf der in das caspische Meer hineinspringenden Halbinsel Apscheron ist bekanntlich von grossartigen Ausbrüchen brennbarer Gase begleitet. An den verschiedensten Stellen tritt dieses Gas aus grösseren und kleineren Spalten oder durch den porösen Boden an die Oberfläche und es wird in dortiger Gegend schon seit langer Zeit zum Brennen des Kalkes benutzt, indem man über den betreffenden Stellen Kalksteine aufhäuft und das Gas entzündet, welches nun in heller Flamme durch den etwa 2—3 m hohen Kalkhaufen hindurchschlägt und die Steine brennt. Ich habe auf der kurzen, nur wenige Kilometer langen Wegstrecke zwischen Balachani und Surachani bei Baku nicht weniger als einige 70 solcher Gas-Kalkmeiler gezählt und an einer anderen künstlich durch Bohrung aufgeschlossenen Stelle drang das Gas unter einem solchen Gezisch und Getöse, verbunden mit vulkanartigem Auswurf von Schlamm und Steinen hervor, dass man sich die Ohren zuhalten musste und bestürzt Deckung suchte. Selbst durch das Wasser des caspischen Meeres dringt von dem Untergrund aus Gas in die Höhe, welches, bei Nachtzeit entzündet und auf dem Wasser als hohe Feuersäule weiter brennend, einen geradezu geisterartigen Anblick gewährt.

Das sind selten imposante Naturerscheinungen mit Feuerluft, die auf jeden Beschauer einen gewaltigen Eindruck machen müssen.

Aus diesen Gegenden aber, nördlich vom Araxes, scheint nach den neuesten Forschungen [1]) Zarathustra gekommen zu sein, um von Eran aus in Bactrien seine Lehre zu begründen; und ist dies richtig, so waren ihm sicherlich auch die Feuergase von Baku bekannt und haben die äussere Gestaltung des von ihm begründeten Religionssystems beeinflusst. Mit diesen Naturphänomenen erklärt sich in der That auch vielerlei, wovon in der heiligen Schrift der Parsen, dem Avesta (gewöhnlich Zend-Avesta, in die Zendsprache übertragener Avesta, genannt) die Rede ist: der brennende Berg u. a. m. Schon seit Menschengedenken existiren bei

1) Spiegel, „Ueber das Leben Zarathustra's". S. 32 u. 50.

Baku die heiligen Feuer, die sich dortselbst bis in unser letztes Decennium hinein erhalten haben, so dass noch heutigen Tages die dortige Gegend von den noch in Indien lebenden Parsen [1]) als eine Art heiligen Landes betrachtet wird, ein weiterer Beleg für den innigen Zusammenhang der Naphtha-Gase mit dem Feuercultus des Zarathustra.

Welcher Unterschied aber zwischen Einst und Jetzt! Dort, bald 3000 Jahre zurück, die die Flammen umreigenden Priester, hier die Tataren und Perser der Neuzeit, ihren Kalk über den heiligen Feuern brennend; dort Zarathustra in die Flammen des Erdöls versunken und mit ihnen den Ahriman bekämpfend, Wunder verkündend, hier der moderne Gelehrte, der staunend und grübelnd sich blos fragt, woher kommt dies Alles und wie kann man sich diese scheinbar übernatürlichen Phänomene, diese springenden Gas- und Oelquellen auf natürliche Weise erklären?

Damit aber will ich die Lehre Zarathustra's und seinen Feuercultus verlassen, um, den Gedanken des modernen Gelehrten und des Technikers folgend, darüber zu berichten, was die neuere Wissenschaft von der Natur des Erdöls und von seiner Bildungsweise weiss und in welcher Weise die Technik dasselbe verwerthet.

Das Erdöl und die in dessen Begleitung fast stets sich findenden Erdölgase bestehen in der Hauptsache beide aus Körpern ein und derselben Körperklasse; sie enthalten fast nur Verbindungen der Elemente Kohlenstoff und Wasserstoff. Ein Unterschied ist aber insofern vorhanden, als die Erdölgase in ihren specifisch kleinsten Theilchen, den Molekülen, weniger Kohlenstoff- und Wasserstoffatome in sich vereinigen, als die Bestandtheile des Erdöls, weshalb sie leichter flüchtig sind als die letzteren und bei gewöhnlicher Temperatur Gaszustand besitzen. Kühlt man sie auf sehr niedrige Temperaturen ab, so verdichten sie sich ebenfalls zu Oelen ähnlich denen des Erdöls.

In der folgenden Tabelle (s. S. 132) sind die einzelnen Glieder der Reihe, die den Hauptbestandtheil fast aller Erdöle ausmachen, zusammengestellt, sie bilden eine sogenannte homologe Reihe, d. h. eine Reihe, deren einzelne benachbarten Glieder sich durch 1 Atom Kohlenstoff (C) und 2 Atome Wasserstoff (H) unterscheiden. Nur das Erdöl von Baku enthält nach den Untersuchungen von Beilstein und von Markownikoff ausser Methan-Homologen Kohlenwasserstoffe einer anderen, der Naphthen-Reihe. Die Glieder dieser homologen Reihe enthalten immer je 2 Atome Wasserstoff weniger, als die entsprechenden der Methanreihe,

1) Im Jahre 1852 zählte man in Indien (Bombay und Umgegend) noch circa 50 000 Parsen. Sie nehmen meist sehr angesehene Stellungen ein und sind ob ihrer grossen Wahrheitsliebe und Zuverlässigkeit hoch geschätzt. Persien zählte 1879 noch 8500 Feueranbeter.

Kohlenwasserstoffe (normale) der Sumpfgas-(Methan-)Reihe.

	C^nH^{2n+2}	% Kohlenstoff	% Wasserstoff	Siedepunkte	
Methan	CH^4	75,0	25,0	?	Gase
Aethan	C^2H^6	79,8	20,2	?	
Propan	C^3H^8	81,8	18,2	— 17°	
Butan	C^4H^{10}	82,7	17,3	+ 1°	
Pentan	C^5H^{12}	83,3	16,7	37°	Flüssigkeiten (Oele)
Hexan	C^6H^{14}	83,7	16,3	68°	
Heptan	C^7H^{16}	84,0	16,0	98°	
Oktan	C^8H^{18}	84,2	15,8	124°	
Nonan	C^9H^{20}	84,3	15,7	150°	
Decan	$C^{10}H^{22}$	84,5	15,5	161°	
Undecan	$C^{11}H^{24}$	84,6	15,4	195°	
Duodecan	$C^{12}H^{26}$	84,7	15,3	215°	
Tridecan	$C^{13}H^{28}$	84,8	15,2	234°	
Tetradecan	$C^{14}H^{30}$	84,8	15,2	253°	
Pentadecan	$C^{15}H^{32}$	84,9	15,1	271°	Feste Stoffe (Paraffine)
Hexadecan	$C^{16}H^{34}$	84,9	15,1	288°	
Heptadecan	$C^{17}H^{36}$	85,0	15,0	303°	
Oktadecan	$C^{18}H^{38}$	85,0	15,0	317°	
Nonadecan	$C^{19}H^{40}$	85,1	14,9	330°	
Eicosan	$C^{20}H^{42}$	85,1	14,9	?	

also gerade immer doppelt soviel Wasserstoffatome als Kohlenstoffatome (z. B. C^6H^{12}, C^7H^{14}, C^8H^{16}....) und unterscheiden sich ausserdem auch noch durch die Anordnung der Atome innerhalb der einzelnen Moleküle. In der procentischen Zusammensetzung besteht zwischen den Gliedern beider Reihen kein grosser Unterschied, da sämmtliche Naphthenkohlenwasserstoffe die gleiche procentische Zusammensetzung mit 85,7 Proc. Kohlenstoff und 14,3 Proc. Wasserstoff besitzen.

Ausser seinen Hauptbestandtheilen enthält nun aber jedes Erdöl stets noch eine ganze Reihe von Nebenbestandtheilen: Kohlenwasserstoffe anderer homologer Reihen, phenolartige und mit der Carbolsäure nahe verwandte Körper, organische Säuren und insbesondere asphaltartige Substanzen. Sind sie ihrer Menge nach auch gering, so beeinflussen sie doch sehr Aussehen und Eigenschaften des rohen Oeles und machen eine Reinigung desselben vor dem Gebrauch zu Leuchtzwecken nothwendig. Die einen, wie z. B. dasjenige von Montechino in Italien, sind hell und klar, die anderen gefärbt von gelbbraun bis fast schwarz; die einen sind dünnflüssig und von angenehmem Geruch, die anderen, infolge Mangels oder doch geringen Gehalts an niederen Gliedern der erwähnten homologen Reihe, sind dickflüssig, theerartig und besitzen oftmals infolge namentlich schwefelhaltiger Verunreinigungen einen widerlichen Geruch.

In den natürlichen Lagerstätten des Erdöls zeigen sich grosse Verschiedenheiten. Nur in seltenen Fällen füllt es grössere Hohlräume aus, wie man sich dies gewöhnlich vorstellt, fast immer findet man es vielmehr in Spalten und Rissen oder aber — und dies ist der häufigste

Fall — es füllt die Zwischenräume in Geröllmassen oder porösen Sandablagerungen aus. Auch ist man sicher, dass es sich nur in seltenen Fällen noch auf der Stätte seiner Entstehung befindet, es ist vielmehr meistens, sei es durch Wasser oder durch Destillation, gehoben, während man in anderen, selteneren Fällen nachweisen und verfolgen kann, wie es aus der ursprünglichen Lagerstätte in tiefere versickert ist. Jedenfalls ist das Vorkommen auf primärer Lagerstätte eine Seltenheit.

Gerade durch diesen letzteren Umstand ist aber eine der wissenschaftlich interessantesten Fragen, die der Entstehungsweise des Erdöls, sehr erschwert, denn die Anhaltspunkte fehlen uns, die wir andernfalls aus der Umgebung des Erdöls auf die Stoffe ziehen könnten, aus denen es sich gebildet hat.

Es sind insbesondere drei sogenannte Theorien, die man über die Bildungsweise des Erdöls aufgestellt hat: die Bildung aus unorganischen Stoffen, diejenige aus pflanzlichen und diejenige aus thierischen Resten.

Bei der nur kurz zugemessenen Zeit ist es mir nicht möglich, die vielen Gründe für und wider diese drei Hypothesen eingehender zu besprechen, und ich muss mich damit begnügen, nur auf die wesentlichsten Punkte hinzuweisen.

Die schon von Alexander von Humboldt angeregte, später durch Byasson, Berthelot u. A. weiter ausgebildete Hypothese der Bildung des Erdöls aus unorganischen Gasen und Dämpfen durch vulkanische Einflüsse des Erdinnern hat insbesondere durch Mendelejeff präcisere Gestalt angenommen. Mendelejeff nimmt an, dass Wasser von der Erdoberfläche durch Risse nach innen tritt, hier mit dem feurigflüssigen, theilweise aus kohlenstoffhaltigem Eisen bestehenden Kern des Erdinnern zusammentrifft und durch eine Umsetzung, die vom chemischen Standpunkte aus allerdings zulässig erscheint, die Kohlenwasserstoffe des Erdöls entwickelt. Letztere steigen dampfförmig in die Höhe, lagern sich in kühleren Schichten der festen Erdkruste wieder ab und bilden so die Erdöllager.

Dieser Ansicht gegenüber stehen die beiden Hypothesen der Bildung des Erdöls aus pflanzlichen oder thierischen Resten. Ablagerungen solcher Reste sind ja in grosser Ausdehnung in Gestalt von Kohlenlagern und in den aus Infusorien, Muschel-, Fisch- und anderen Resten gebildeten und durchsetzten Gesteinsschichtungen vorhanden. Durch Wärme oder schon durch Druck, oder aber durch beides konnte sich aus den abgestorbenen Pflanzen oder Thierleibern sehr wohl das Erdöl gebildet haben, und dann durch Wasser oder durch Destillation ebenfalls in höhere Schichten gehoben worden sein.

Ohne mich auf die nähere Begründung dieser einzelnen Hypothesen einzulassen, will ich bezüglich der ersteren nur bemerken, dass es dabei auffallen muss, dass sich Erdöl und überhaupt Bitumen in alten geolo-

gischen Formationen ohne Lebewesen nicht findet, vielmehr nur in oder oberhalb solcher Schichtungen vorkommt, dass ferner das Auftreten brennbarer Gase in vulkanischen Auswürfen zu den Seltenheiten gehört und dass gerade in vulkanischen Gegenden die Risse und Klüfte der Erde meist nicht mit Erdöl ausgefüllt sind. Das Auftreten von brennbaren Gasen und Dämpfen in den Fumarolen, den heissen Quellen Süditaliens, sowie in den Schlammvulkanen kann keinen triftigen Beweisgrund für die Richtigkeit der Mendelejeff'schen Theorie abgeben, da es ganz natürlich ist, dass beim Hindurchtreten überhitzten Wassers durch Schichtungen mit organischen Resten infolge eines Schwelprocesses auch brennbare Gase entstehen; die Schlammvulkane aber sind nach den Untersuchungen v. Gümbel's u. A. nicht durch wirkliche vulkanische Wirkungen veranlasst, vielmehr nur die Folge des gewaltsamen Hervordringens von Gasen, die sich in tieferliegenden und mit organischen Resten vermischten Gesteinsschichten gebildet haben.

Auch die Gründe, welche Le Bel für die Richtigkeit der Mendelejeff'schen Hypothese beigebracht hat, indem er auf den Gehalt des rohen Erdöls an unorganischen Beimischungen, namentlich an Metallen und Silicium, sowie auf die Anwesenheit secundärer Kohlenwasserstoffe der Methanreihe hinweist, sind nicht stichhaltig, denn dass sich auch sogenannte unorganische Elemente, wie z. B. die Metalle, in Verbindung mit den durch Oxydation des Erdöls gebildeten Säuren in dem Erdöl lösen können, ist neuerdings von verschiedenen Seiten nachgewiesen, man macht sogar technisch Gebrauch davon, und dass auch secundäre Kohlenwasserstoffe aus gewissen organischen Resten entstehen können bei den für die Bildung des Erdöls vorauszusetzenden Temperatur- und Druckverhältnissen, hat sich aus einer noch später zu erwähnenden Untersuchung mit Bestimmtheit ergeben. Das Vorkommen endlich des Erdöls in sogenannten Verwerfungsspalten, welches vielfach als Argument für vulkanische Bildungsweise aufgeführt wird, erklärt sich ebenso leicht bei der Bildung aus organischen Resten, da das Oel bei seinen notorischen Dislocationen, seien es nun Hebungen durch Wasser oder Destillation, seien es Versickerungen, naturgemäss sich dahin verfügte, wo sich der nöthige Platz vorfand.

Ueberwiegende Gründe sprechen für die Bildung des Erdöls aus organischen, pflanzlichen oder aus thierischen Resten. Will ich auch nicht in Abrede stellen, dass mancherlei Gründe für die Entstehung aus Pflanzenresten sprechen und dass da und dort Erdöl vorkommt, welches nach Gründen der Wahrscheinlichkeit unter Mitbetheiligung von pflanzlicher Substanz entstanden ist, so sprechen doch Gründe so durchschlagender Art für die Bildung des Erdöls aus den Resten abgestorbener Thierleiber, dass ich diese Hypothese insoweit für erwiesen erachte, als derartige Dinge sich überhaupt beweisen lassen.

Jeder Chemiker wird unter Berücksichtigung der chemischen Zusammensetzung der Pflanzensubstanz, welche hier fast ausschliesslich in Betracht kommen kann, also der Holzfaser, zugeben, dass eine Bildung von Kohlenwasserstoffen, wie sie das Erdöl enthält, aus Pflanzenresten durch Druck oder Hitze ohne erhebliche Abscheidung von Kohle kaum vor sich gehen kann. Demgegenüber nun aber fehlen bei den wichtigsten Erdöllagern in Nordamerika, bei Baku, in Galizien, Rumänien u. s. w. die zu erwartenden Kohlenablagerungen, die unterhalb des Erdöls zu vermuthen wären, bis jetzt total, und auch selten treten sie in solcher Nähe auf, dass eine genetische Beziehung abgeleitet werden könnte. Andererseits haben wir bekanntlich gewaltige Ablagerungen von pflanzlichen Resten in unseren Steinkohlen-, Braunkohlen- und Torflagern; gerade aber in diesen oder in unmittelbarer Nähe dieser Lager fehlt das Erdöl oder tritt wenigstens nur ganz sporadisch und in kleinen Mengen auf. Für das bedeutendste Vorkommen dieser Art, das Mineralöl von Wombridge im Steinkohlengebiet von Shropshire, ist nachgewiesen, dass der Oelauslauf vielfach nicht aus der Steinkohle, vielmehr aus zerklüftetem Sandstein erfolgte, der das Kohlenlager durchsetzt.

Es erübrigt sonach nur noch die Gründe kurz zu skizziren, welche für die Bildung des Erdöls aus thierischen Resten sprechen, eine Hypothese, welche schon durch Leopold von Buch angeregt, auch in neuerer Zeit in Wrigley, Whitney, Knar, Credner, Eck, Zinken, Piedbeuf, Ochsenius und insbesondere in Höfer, hervorragende und sachverständige Vertreter gefunden hat.

Berücksichtigt man die Thatsache, dass unsere Erdrinde gewaltige Ablagerungen von Muschelkalk, von Fischresten u. s. w. aufweist, die auf ein ausgedehntes marines Thierleben früherer Epochen mit Sicherheit schliessen lassen, so spricht es doch gewiss für den Zusammenhang der Restproducte dieses Lebens mit dem Erdöl, dass wir fast überall mit dem letzteren Wasser auftreten sehen, welches sich durch ganz besonders hohen Salzgehalt auszeichnet. Noch in den letzten Wochen habe ich in dem Wasser des Oeles von Montechino im Liter 15 g Salz nachgewiesen. Dazu kommt aber, dass man in den Orthoceratitenkammern des Silur von Canada, also in den leeren ehemaligen Wohnräumen der betreffenden Weichthiere, wiederholt Erdöl, und bis zu einigen Unzen Gewicht, aufgefunden hat. Desgleichen hat man in den Muschelschalen des Muschelkalks von Rothmalsch in Baden schon Tröpfchen von Erdöl beobachtet und hat Fraas aus einem Korallenriff bei Djebel-Zeit am Ufer des rothen Meeres tropfenweise Erdöl ausschwitzen gesehen; auch gewisse fossile Korallen verschiedener Fundstätten (Canada, Rivière la Rose) führen Erdöl. Erinnert man sich endlich noch, dass alle bituminösen Schiefer, welche, wie z. B. der Posidonienschifer von Reutlingen, der Fischschiefer von Tirol, der Oelschiefer von Steierdorf im Banat

bei der trockenen Destillation reichlich Oel liefern, ja sogar darauf verarbeitet werden, stets reich an animalischen Resten (Fische, Saurier, Muscheln und andere Weichthiere) sind, dass überhaupt alle bitumenreichen Schiefer immer auch bedeutende Mengen thierischer Reste, nur selten aber pflanzliche Reste erkennen lassen, so lässt sich nicht verkennen, dass in der That fast Alles für den animalischen Ursprung des Erdöls spricht.

Ueber den Verlauf des Processes der Erdölbildung kann man sich nicht leicht ein zutreffendes Bild machen. Möglich, dass die Leiber von Thieren, an bestimmten Stellen des Meeres zusammengeschwemmt, mit der Zeit von Kalk- und Thonschlamm überdeckt wurden, um dann mit diesem zu erhärten und die Sedimentärschichten zu bilden. Unterlagen diese später stärkerem Druck, verbunden vielleicht mit Erhöhung der Temperatur, so konnte das Erdöl entstehen. Allerdings ist es dann auffallend, dass in den meisten Erdölsorten gar keine oder nur ganz geringe Mengen von Stickstoff nachzuweisen sind, während doch bei trockner Destillation von Thierleibern grosse Massen Ammoniak und stickstoffhaltige organische Basen entstehen müssten und auch wirklich entstehen, wie ich mich durch trockne Destillation einiger tausend Muscheln und Seefische, welche Herr Dr. M. Albrecht die grosse Güte hatte, in seiner Fabrik zu Hamburg durchzuführen, überzeugte. Doch das Fehlen des Stickstoffs lässt sich leicht erklären und ist unter Berücksichtigung der Beschaffenheit der Substanz der hier in Betracht kommenden Thierleiber eigentlich eine Nothwendigkeit. Die letzteren bestehen, abgesehen von Schalen und Harttheilen, in der Hauptsache aus einem fleischigen stickstoffhaltigen Theil und aus stickstofffreiem Fett. Die stickstoffhaltige Substanz ist rascher Fäulniss und Verwesung unterworfen, während das Fett sich durch ganz besondere Beständigkeit auszeichnet.

Ein Beweis dafür ist das sogenannte Leichenwachs, welches man wiederholt beim Oeffnen alter Gräber noch vorgefunden hat, während von dem Leichnam ausser den unorganischen Theilen Alles verschwunden war; auch hat man in fossilen Knochen z. B. des Bison Americanus noch Fett nachweisen können. Kurz, die stickstoffhaltige Substanz zersetzt sich in Theile, die durch das Wasser rasch aufgenommen und fortgeführt werden, das Fett bleibt zurück und unterliegt erst in späteren Perioden der Umwandlung in Erdöl.

Einen neuen höchst wichtigen Beleg für die Richtigkeit dieser Auffassung über Erdölbildung finde ich in der interessanten Abhandlung, welche v. Gümbel über die Beschaffenheit der bei der Erdumsegelung der Gazelle gesammelten Meeresgrundproben in allerletzter Zeit veröffentlicht hat. Er hat dabei in Proben, die vom Meeresgrund des Atlantischen Oceans aus Tiefen von 5000 und mehr Meter entnommen worden waren, Fetttheilchen wiederholt aufgefunden.

Das sind eben die Fettreste, das Leichenwachs, eines gewaltigen animalischen Lebens, welches, wie uns in schönem Vortrag des letzten Montag gezeigt worden ist [1]), bis auf den Grund des Meeres reicht und von dem man früher noch keine Ahnung hatte! —

Dass man Fett auf chemischem Wege derart umwandeln kann, dass es die Beschaffenheit von rohem Erdöl annimmt, habe ich schon im Jahre 1888 nachgewiesen, indem ich Thran und andere Fette, auch Fettsäuren einer Destillation unter einem Ueberdruck von 5—10 Atmosphären destillirte. Die Temperatur stieg bei den Versuchen, die ich im Laboratorium anstellte, nicht über 350° und die Ausbeute an Kohlenwasserstoffen ging bis 75 Proc. vom Gewicht des Thranes, was unter Berücksichtigung des Umstandes, dass die Fette stets über 10 Proc. Sauerstoff enthalten, der in Form von Wasser und etwas Kohlensäure und Kohlenoxyd sich abspaltet, eine von der theoretisch möglichen Menge nicht sehr erheblich abweichende zu nennen ist, und wir also sagen können, es ist möglich, thierische Fette beinahe vollständig in künstliches Petroleum umzuwandeln. Auch Gase entstehen dabei, deren Zusammensetzung von derjenigen der natürlichen Erdölgase zwar abweicht, die aber als Hauptbestandtheil ebenfalls das Methan (Sumpfgas) enthalten.

Natürliche Erdgase.

	Pennsylvanien	Baku	Elsass
Methan (Sumpfgas)	60—80	93,1 (Methan, Aethan, Propan)	86,8
Aethan	1—8		
Propan	0—2		
Olefine	0—1	3,2	5,4
Wasserstoff	5—20	0,9	—
Kohlensäure	0,3—2	—	4,0
Kohlenoxyd	Spuren	2,3	3,8
Stickstoff	1—12	0,5	—

Leuchtgas aus Steinkohlen.

Methan	32
Olefine	4,5
Wasserstoff	49
Kohlenoxyd	9
Kohlensäure	2,5
Stickstoff	3

Gas aus Fischthran. (Druckdestillation.)

	Inclusive Kohlensäure	Exclusive Kohlensäure
Methan	38	46
Olefine	8	9,5
Wasserstoff	0	0
Kohlenoxyd	35	42
Kohlensäure	17	0
Stickstoff	2	2,5

Der freundlichen Unterstützung des Herrn Dr. Krey, Director der Riebeck'schen Montanwerke zu Webau (Prov. Sachsen), welcher mir auf

1) C. Chun „die pelagische Thierwelt in grossen Tiefen“.

seinem Werke 3 Fass Fischthran unter einem Drucke von bis zu 10 Atmosphären destilliren liess, habe ich es zu danken, dass es mir möglich war, die in dem natürlichen rohen Erdöl enthaltenen Kohlenwasserstoffe (Pentan, normales und secundäres Hexan, Heptan und Oktan u. s. w.) auch in dem „künstlichen Erdöl" aus Thran mit Bestimmtheit und in erheblichen Mengen nachzuweisen. Wenn man dieses durch Destillation unter Druck aus Thran erhaltene Oel fractionirt destillirt, so lässt sich aus demselben ganz in gleicher Weise wie aus rohem Erdöl ein Brennpetroleum isoliren, welches fast ganz die gleichen Eigenschaften wie unser Petroleum des Handels besitzt und auf denselben Lampen wie dieses gebrannt werden kann.

Das rohe Erdöl wird zur Zeit fast ausschliesslich durch Bohrbrunnen gefördert, aus denen es entweder von selbst ausfliesst, dabei grosse Fontänen bildend, oder durch Pumpen gefördert wird. Erst mit dem Jahre 1859 hat man in Pennsylvanien die ersten Bohrlöcher nach einer von Bissel gegebenen Anregung niedergetrieben und am 27. Aug. jenes Jahres wurde unter Oberleitung des Colonels Drake, nachdem diese Männer anfänglich der Gegenstand des Gespöttes ihrer skeptischen Mitmenschen waren, das erste Erdöl erbohrt; es sprudelte von selbst aus dem Bohrloch hervor. Rasch ging es nun bei dem Feuer der Amerikaner für neue Unternehmungen mit den Bohrungen vorwärts und es entstand ein wahres Petroleumfieber, so dass mit dem Jahre 1885 die Zahl der erbohrten und Oel producirenden Quellen sich bereits auf 22000 belief. Bis zu Anfang des laufenden Jahres hatte sich diese Zahl auf ungefähr 35000 gehoben. Das Oel fliesst in Pennsylvanien nur zum geringsten Theil von selbst aus den Bohrlöchern aus und wird deshalb mittelst Pumpen gefördert. Man sammelt es zuerst in grossen Holzbottichen, worin Schlamm und Wasser sich davon scheiden, um es von da durch eiserne Röhren nach den Bahnstationen oder in die Orte zu leiten, in denen es raffinirt wird. Einzelne Röhrenleitungen, die in Händen besonderer Transportgesellschaften sind, haben eine Länge von hunderten von Kilometern. Die Gesammtlänge dieser Petroleumleitungen beläuft sich zur Zeit auf 32000—40000 km. Auf je etwa 25 km müssen Pumpstationen eingeschaltet werden, um den nöthigen Druck für die Weiterbeförderung des Oeles zu liefern. Durch ein Rohr von 5,1 cm Durchmesser können täglich ca. 150000 l Oel befördert werden.

Bei Baku erfolgen die Bohrungen im wesentlichen auf gleiche Weise wie in Nordamerika, das Petroleum tritt aber dort sehr oft unter gewaltigem Druck hervor, schleudert Bohrer und Bohrgestänge in die Höhe und bildet gewaltige Fontänen, so dass, wenn der Unternehmer sich nicht mit den Verschlussventilen für das Bohrloch vorsieht, er nicht allein grossen Oelverlust erleidet, sondern auch bedeutenden Schaden durch Verwüstung der Umgebung erleiden kann. So erging es auch

mit der im Jahre 1883 erbohrten gewaltigen Erdöl-Fontäne, welche 90—100 m hoch schlug und täglich 50000—60000 Fass Oel förderte, das die ganze Nachbarschaft überschwemmte. Hat auch in den letzten Jahren die Zahl der erbohrten Oelfontänen etwas abgenommen, so wurden doch wiederholt, so auch noch in diesem Jahre solche erbohrt; die grösste im Februar mit 22000 Barrels Tagesproduction. Welcher Druck muss in jenen Lagern herrschen, wenn man bedenkt, dass solche Fontänen nicht blos Wochen, sondern sehr oft Monate lang mit fast ungeschwächter Vehemenz weiterschlagen. Nach dem Aufhören des eigenen Hervorquellens lässt sich aus dem Bohrloch meist noch ungefähr dasselbe Quantum Erdöl durch Pumpenbetrieb künstlich fördern.

Nach freundlicher Mittheilung der Herren Dr. M. Albrecht (Hamburg) und Consul Deneys (Baku), welche Beide mich überhaupt durch eine Reihe werthvoller Angaben aufs dankenswertheste unterstützt haben, waren den 1. Juli d. J. bei Baku 237 Bohrlöcher in Betrieb, 96 im Bohren begriffen, 47 Bohrungen neu eingeleitet und 74 Brunnen ausser Thätigkeit. Demnach ist die Ergiebigkeit der Einzelquelle bei Baku eine erheblich bedeutendere als in Pennsylvanien und beträgt im Mittel über 300 Fass, in Nordamerika im Mittel nur etwa 20 Fass pro Tag. Die mittlere Tiefe der producirenden Bohrlöcher wird für Baku zu 194 m angegeben, die Maximaltiefe zu 460, die Minimaltiefe zu 23 m, während in Pennsylvanien die mittlere Tiefe zur Zeit 500—600 m, die Maximaltiefe gegen 1000 m beträgt. Dass man in Pennsylvanien von Jahr zu Jahr immer tiefer gehen muss, um auf Oel zu kommen, rührt daher, dass das Oellager vom Eriesee her sich nach Süden zu senkt und man nach Abbau der höher gelegenen Oelregionen allmählich immer weiter vom Eriesee weg und tiefer gehen muss.

In Baku bringt man das Rohöl von vornherein in grosse eiserne Reservoire und leitet es vom Oelfeld aus ebenfalls durch Rohrleitungen, deren 15 das hauptsächlichste Oelfeld Belachani-Sabuntschi mit der ca. 12 km entfernten Stadt Baku verbinden. Die Raffination erfolgt in der sogenannten „schwarzen Stadt" bei Baku. Die grösste dieser Raffinerien, und überhaupt eine der grössten aller existirenden, ist diejenige der Gebrüder Nobel. In zwei grossen Schwefelsäure-Fabriken wird die zum Reinigen der Oele nöthige Menge von Schwefelsäure erzeugt.

Mit der Raffination des Erdöls bezweckt man 1) eine Trennung der Hauptbestandtheile des Oeles in leichte, mittlere und schwere Theile und 2) die Beseitigung von Verunreinigungen. Die Trennung in die 3 Hauptbestandtheile erfolgt durch sogenannte fractionirte Destillation, wobei man bis etwa zum Siedepunkt 150° die leichten Essenzen, von 150—300° das Brennöl auffängt, während ein dicker theeriger Rückstand in dem Destillirkessel zurückbleibt, den man je nach Beschaffenheit noch auf Gasöl, Schmieröle, Paraffin und Vaselin verarbeitet.

Sowohl in Bezug auf den Gehalt an Brennöl, als auch hinsichtlich der Art und Menge der Verunreinigungen, weisen die Brennöle der verschiedenen Fundstätten grosse Verschiedenheiten auf. Es ergiebt z. B. das Rohöl von

	Pennsylvanien	Baku	Galizien	Elsass	
Leichte Essenzen	12	5—7	10—17	5	Proc.
Brennöl	*75*	*32—40*	*30—50*	*35*	=
Rückstände	8—10	50—60	35—50	56	=

Den niedrigst siedenden Theil, die leichten Essenzen, verarbeitet man durch weitere Destillation auf Gasolin, Ligroin, Petroleumäther, Benzin und ähnliche Flüssigkeiten, während die Brennölfraction noch einer chemischen Reinigung durch Vermischen mit Schwefelsäure, Wasser und Natronlauge und Wiederausscheiden dieser Reinigungsmittel unterworfen wird, um daraus ein möglichst helles und wasserklares, nur wenig riechendes reines Brennöl, unser Petroleum des Handels, zu erhalten. Dieses letztere zeigt einen um so höheren Entflammungspunkt und ist um so feuersicherer, je vollständiger die leichten Essenzen durch Destillation aus demselben ausgeschieden sind. Für das deutsche Reich schreibt das Gesetz einen Entflammungspunkt (Feuertest) von mindestens 21° vor. Ebenso müssen die zu hoch siedenden schweren Oele nach Möglichkeit ausgeschieden sein, weil sonst das Petroleum zu träge im Docht emporsteigt und mit russender Flamme brennt.

Bei weitem das meiste im deutschen Reich consumirte Petroleum wird in den Ländern raffinirt, in denen es gewonnen wird, also in den Vereinigten Staaten von Nordamerika und in Russland. Erscheint dies auch im allgemeinen als das natürlichste, so wäre es doch vielleicht vom volkswirthschaftlichen Standpunkte aus richtiger, die Einfuhr des rohen Erdöls durch entsprechende Erniedrigung des Zolls derart zu erleichtern, dass sich die Raffination im Inlande lohnen würde. Viele Millionen an Werth, welche zur Zeit für Chemikalien, Apparate und Maschinen der Petroleum-Raffinerien dem Auslande zufallen, würden unserer chemischen und Maschinenindustrie zu gute kommen, zumal da auch die Residuen, die als Destillationsrückstand hinterbleiben, durchaus nicht werthlos sind, indem man aus denselben in Amerika ausser Maschinenschmieröl und Gasöl noch ca. 10 Proc. Paraffin, auch Vaselin gewinnt und die Rückstände des russischen Oeles das vorzüglichste Rohmaterial für unsere Maschinenschmieröle abgeben. Man darf auch diese letztere Industrie nicht unterschätzen, da beispielsweise eine Eisenbahn, wie die badische Staatsbahn mit ihren 1400 km, für Schmieröle i. J. 1889 nicht weniger als 372000 Mark verausgabte; das macht für Deutschland mit rund 40000 km Bahnlänge rund 10 Mill. Mark, wozu dann aber noch der gewaltige Consum für den Betrieb der Dampfschiffe, der Bergwerke und Fabriken u. s. w. hinzukommt.

Roh-Erdölproduction der ganzen Erde.

	1885 Barrels	1889 Barrels [1])
Nordamerika	21 842 041	27 346 018
Russland, Baku	13 056 024	20 925 238
Russland, Uebriges	142 262	150 000
Oesterreich-Ungarn	500 000	600 000
Rumänien	350 000	530 000
Canada	250 000	250 000
Deutschland, Elsass	41 329	45 000
Deutschland, Hannover		6 000
Indien, China, Japan, Peru, Argentinien u. s. w.	354 177	300 000
Summa:	36 535 833	50 152 256

Roh-Erdölproduction in Nordamerika und bei Baku.

	Nordamerika Barrels	Russland (Baku) Barrels [1])		Nordamerika Barrels	Russland (Baku) Barrels
1859	2 000		1875	10 083 828	627 000
1860	500 000		1876	8 823 142	1 294 000
1861	2 113 609		1877	10 822 871	1 612 000
1862	3 056 690		1878	14 738 262	133 400
1863	2 611 309	36 700	1879	16 917 606	2 465 000
1864	4 478 709	58 000	1880	22 382 509	2 800 000
1865	2 424 905	59 300	1881	25 805 363	3 265 000
1866	3 165 700	74 000	1882	28 650 181	4 535 000
1867	3 591 900	107 000	1883	26 662 808	5 335 000
1868	3 613 709	79 400	1884	23 744 924	7 540 000
1869	4 046 558	180 700	1885	21 750 619	10 900 000
1870	4 411 016	183 250	1886	22 463 744	13 722 222
1871	5 558 775	148 000	1887	25 816 000	15 777 777
1872	5 812 497	165 400	1888	28 249 597	16 997 000
1873	7 242 343	427 000	1889	27 346 018	20 925 238
1874	11 188 741	520 000			

Wie aus der obenstehenden Tabelle ersichtlich ist, kommen für die Gesammtproduction an Erdöl alle übrigen Länder ausser Nordamerika und Russland kaum in Betracht, denn im Jahre 1889 haben die beiden letzteren von den 50 Mill. Fass allein über 48 Millionen geliefert. Verhältnissmässig noch am ergiebigsten sind die Felder von Oesterreich-Ungarn in Galizien und diejenigen Rumäniens.

Deutschland besitzt nur im Elsass zu Pechelbronn bei Sulz unter'm Wald, zwischen Weissenburg-Wörth-Hagenau, ein einigermaassen nennenswerthes Petroleumgebiet, welches übrigens, abgesehen davon, dass man dort in den letzten Jahren wiederholt Springquellen erbohrt hat und auch Erdgase in erheblicher Menge darin auftreten, dadurch ein besonderes Interesse in Anspruch nehmen darf, dass es wohl das älteste ist, auf dem man Erdöl zur Verarbeitung auf Brennöl gefördert hat, indem die Vorfahren der Familie Le Bel das Oel schon vor 130 Jahren in besonders angelegten Brunnen gewannen.

1) Hierbei sind 9 Pud = 1 Barrel angenommen.

Vergleicht man auf der folgenden Tabelle die Ausfuhr an Erdöl und Erdölproducten von Nordamerika und von Baku, so erscheint diejenige von Baku relativ insofern als zu gross, als ein erheblicher Theil dieses Exportes Rohöl und Residuen in sich schliesst, welche von Baku aus durch das kaspische Meer und die Wolga hinauf in Cisternenschiffen und später in Cisternen-Eisenbahnwagen sich auf Russland selbst vertheilen, also im Inlande verbleiben, während in den Exportzahlen für Nordamerika der Eigenconsum dieses Landes nicht mit inbegriffen ist. Rechnet man nur das aus Batum verschiffte Oel als Export ins Ausland, so reducirt sich die Zahl von 16 800 000 Fass auf rund 5 Millionen Fass, also etwa den dritten Theil desjenigen von Nordamerika.

Ausfuhr von Erdöl und Erdölproducten in Barrels.

	Aus Nordamerika	Aus Baku
1880	10 094 395	
1881	9 468 101	
1882	13 332 252	
1883	12 045 991	
1884	12 230 002	6 079 384
1885	13 681 623	7 622 344
1886	13 756 708	8 094 283
1887	14 114 363	8 828 068
1888	13 770 277	13 091 079
1889	14 671 320	16 700 000

Deutschland, dessen Consum an Erdöl und Erdöldestillaten in den letzten Jahren nach beistehender Tabelle noch immer sehr erheblich zugenommen hat, bezieht zur Zeit noch nicht ganz den zehnten Theil seines gereinigten Brennpetroleums aus Russland. Nach einer mir durch Herrn Schütte mit anderen werthvollen Daten über nordamerikanische Verhältnisse gütigst zur Verfügung gestellten Mittheilung der Deutsch-Amerikanischen Petroleumgesellschaft betrug der Import im Jahre 1889:

aus Nordamerika	3 100 000	Barrels raffin. Brennöl
aus Russland . .	250 000	„ „ „
Zusammen	3 350 000	Barrels raffin. Brennöl.

Bei 47 Millionen Einwohnern kommt auf den Kopf der Bevölkerung für Deutschland ein Jahres-Consum von 11,4 l.

Einfuhr von Erdöl und Erdöldestillaten (Barrels) in das Deutsche Zollgebiet.

1880	1 777 247	1885	3 214 600
1881	2 432 627	1886	2 255 966
1882	2 280 066	1887	3 396 000
1883	2 468 366	1888	3 761 147
1884	3 080 300	1889	4 170 213

Davon 1889: 3 350 000 Barrels Brennöl.

Dagegen werden wegen ihrer specifischen Vorzüglichkeit erheblich grössere Quantitäten Maschinenschmieröle aus Russland bei uns eingeführt und consumirt, als aus Nordamerika oder irgend einem anderen Lande.

Zum Schluss noch einige Worte über die mit dem Erdöl fast immer auftretenden Erdölgase oder Erdgase. Dieselben sind jedenfalls das Product des gleichen Processes, durch den auch das Petroleum gebildet worden ist. In undurchlässige Schichten eingeschlossen, entweichen sie, wenn man sie anbohrt, meist mit grosser Heftigkeit. Trotzdem die Umgebung Bakus ungemein reich an solchen Erdölgasen ist, werden sie dort noch beinahe gar nicht für technische Zwecke ausgenutzt, wofür der Grund in der Billigkeit des Petroleums für Leuchtzwecke und der Residuen für Zwecke des Heizens zu suchen ist. Nur in Surachani wird das Gas in einer Fabrik zur Beleuchtung und als Essenfeuer benutzt.

Um so grossartiger hat sich dagegen in den letzten Jahren die Verwerthung der Erdgase in Nordamerika gestaltet, allerdings auch erst seit dem Jahr 1883, trotzdem man von vornherein die Gase mit dem Erdöl massenhaft auftreten sah. Noch im Jahre 1887 berichtet Lunge von nur zwei Gasfeldern, die in grösserem Maassstabe ausgebeutet wurden, das von Pittsburg und von Alleghany in Pennsylvanien. Unterdessen sind zwei weitere bedeutende Felder, das eine in Indiana, das andere in Ohio gelegen, hinzugetreten und auch in anderen Staaten, so in West-Virginien, Kentucky, Illinois und Californien sind bedeutende Gasvorkommen constatirt. Eine grosse Zahl von Städten: Pittsburg, Indianopolis, Anderson, Muncia, Toledo sind mit Leitungen für Naturgas zu Leucht- und namentlich Heizzwecken versehen und man geht mit dem Gedanken um, auch entfernter gelegene Städte, wie Chicago, Cincinnati, Detroit durch lange Rohrleitungen mit den Erdgasquellen von Indiana und Ohio zu verbinden. Namentlich aber das bei Pittsburg erschlossene Feld ist seit 1885 in ausgedehntestem Maasse für technische Zwecke ausgenützt worden. Von einer grossen Zahl von Gesellschaften wird das Gas aus den von ihnen meist in Teufen von 200—300 m erbohrten Gasbrunnen aufgesammelt und zu Beleuchtungszwecken in die Stadt, hauptsächlich aber zu Heizzwecken in die dortigen zahlreichen Eisen- und Stahlwerke, auch in andere Fabriken geleitet. Sein Vorkommen ist ein so massenhaftes und sein Werth war bis vor kurzer Zeit noch ein so geringer, dass man dasselbe beispielsweise des Sonntags einfach in die Luft entweichen, auch die Strassenflammen des Tags über weiter brennen liess, nur um sich die Mühe des Auslöschens und Wiederanzündens zu ersparen.

Obgleich die Leuchtkraft des Gases nur etwa die Hälfte von der eines guten Steinkohlengases beträgt, wird es seiner Billigkeit wegen doch sehr viel zu Leuchtzwecken verwendet. Für eine Flamme, die man brennen kann, so lange man will, waren an die Gesellschaft monatlich

60 Pfennige zu bezahlen, für einen Stubenofen 3 Mark, für einen Kochofen 4 Mark monatlich. Dabei geben 10 kbm Gas eine Hitze = 15,4 kg Kohle. Schon 1885 betrug der Gasconsum 2 Mill. kbm im Tag, entsprechend etwa 2400 Tonnen Steinkohle im Werthe von 17 000—19 000 Mark und eine einzige Gas-Compagnie, allerdings die grösste, versorgte mit einer Gesammtlänge ihrer Rohrleitung von 540 km nicht weniger als 3000 Privathäuser, 300 Gasthöfe und kleinere Fabriken, 60 Glashütten und 34 Eisen- und Stahlwerke. Kohle wird in dortiger Gegend für Heizzwecke ausser auf Locomotiven und in Hochöfen gar nicht mehr verwendet. Auch in anderen Gegenden werden die Bohrungen auf Gas ungemein lebhaft mit grösstem Erfolg betrieben und nicht bloss leitet man das Naturgas zur Benützung in vorhandene Städte, nein, es bilden sich sogar neue Industriecentren um die neu erschlossenen Gasfelder herum. Noch in diesem Jahre hat man in Ohio einen Gasbrunnen erbohrt, welcher in 24 Stunden über 1 Mill. kbm Gas liefert!

Doch man darf nicht glauben, dass diese Quellen unerschöpflich seien oder dass gar, wie Manche behaupten, das Gas sich im Erdinnern stets wieder von Neuem bilde und so immer wieder das alte ersetze, und es erheben sich deshalb in neuester Zeit von verschiedenen Seiten warnende Stimmen gegen die in manchen Gegenden geradezu unglaubliche Verschwendung des Naturgases. So ist insbesondere auch Professor Orton von der Staatsuniversität Ohio der Meinung, dass der Gasvorrath bei Fortsetzung des derzeitigen Verbrauches in etwa 9 Jahren erschöpft sein werde. Auch liest man in amerikanischen Blättern aus allerneuester Zeit, dass eines der grössten Stahlwerke bei Pittsburg infolge der bedeutenden Preissteigerung des Naturgases dazu übergegangen sei, sich das Gas aus Steinkohlen wieder selbst zu erzeugen. Die Industrie der dortigen Gegend hat sich schon so sehr an die Vorzüge und die Annehmlichkeiten des Gebrauches des Gases statt der Kohlen gewöhnt, dass sie höchst wahrscheinlich dazu schreiten wird, sich Generatorgase selbst zu erzeugen, sobald die Erdgase aufgebraucht sind.

An Erdgas sowohl als auch an Erdöl stehen uns also nur gemessene Quantitäten zur Verfügung, und wenn auch in der Natur Nachbildungen stets vor sich gehen, so stehen diese doch jedenfalls zu dem derzeitigen Consum in keinem Verhältniss. Die Zeit muss also kommen, in der unsere Erdöl- und Erdgasquellen versiegt sein werden. Für eine ganze Reihe von Jahren hinaus sind wir allerdings allem Anschein nach noch versorgt, auch werden ja immer wieder neue Erdölgebiete erschlossen, wie z. B. die neuesten Felder von Peru, von Mendoza in Argentinien und von Montechino in Italien, und wer weiss, ob wir nicht selbst in Deutschland noch ein grösseres Oellager besitzen. Auffallend wäre es ferner, wenn sich nicht auch in Afrika, namentlich in seinem Seengebiet, Oel- und Gasfelder fänden.

In Rücksicht auf unsere nun einmal angewöhnten Bedürfnisse und auf die Annehmlichkeiten des so leicht zu theilenden und auch in kleinsten Flämmchen so leicht zu transportirenden Leuchtstoffes ist es aber auch nicht ausgeschlossen, dass man, wenn alle Quellen versiegt sein werden, dazu übergeht, sich das Petroleum aus billigen Fetten und Fettabfällen künstlich zu bereiten. Schon seit Jahren haben wir ja in Schottland und in Deutschland, in der Provinz Sachsen und neuerdings auch bei Darmstadt, eine grossartige Industrie, die sich damit befasst, aus bituminösen Schiefern und gewissen Kohlenarten neben Paraffin ein Oel, das Solaröl, herzustellen, welches mit dem Petroleum die grösste Aehnlichkeit besitzt. Rohmaterialien dieser Art giebt es aber noch genug, deren Verarbeitung sich lohnen wird, sowie einmal die gewaltige Production von natürlichem Erdöl nachlässt.

Wohin aber auch wir greifen, um aus den reichen Vorräthen der Natur uns künstliches Licht zu bereiten, so dürfen wir dabei nicht vergessen, dass es stets nur metamorphosirtes Sonnenlicht ist, was uns in Form von Flammen oder Glühlichtern leuchtet. Denn ob sich z. B. das Erdöl gebildet hat aus pflanzlichen oder aus thierischen Resten, es sind ja doch nur die Sonnenstrahlen gewesen, welche direct oder indirect in den Stoffen der Pflanzen und der Thiere die Energie angehäuft haben, die wir durch das beim Brennen des Erdöls erzeugte Licht wieder nutzbar machen; und Gleiches gilt auch von der Talgkerze bis zur Stearin- und Paraffinkerze, vom Leuchtgas sowohl als vom elektrischen Licht, welches ja in letzter Linie auch fast ausschliesslich durch Verbrennen von Kohle oder Kohlengas, also aus Pflanzenresten erzeugt wird.

Alles was leuchtet, um uns die Nacht zum Tag zu machen, die glänzenden Kronleuchter, Lustres und Candelaber unserer Theater, unserer Festhallen und Ballsäle bis wieder herab zu dem Kienspahn in der entlegenen Hütte des Gebirgsbewohners, es sind nur umgewandelte Sonnenstrahlen, welche die Dunkelheit erhellen, und Ormasd, der Gott des Lichtes — sagen wir die Sonne — ist es also auch noch heute, welcher allein, wie zu den Zeiten Zarathustra's, den Kampf des Lichtes gegen die Finsterniss führt. Und dies ist ebenfalls nicht bloss wörtlich, sondern in weiterem Sinne zu nehmen, denn unsere Cultur gebraucht für ihre Arbeit in Kunst und Wissenschaft, in Handel und Gewerbe Licht und immer „mehr Licht". — Auch die Lampe in der stillen Studirstube des Gelehrten, sie leuchtet ja mit Sonnenenergie einem Kampfe des Lichtes gegen die Finsterniss!

VII.

Die Frage nach dem Wesen der chemischen Elemente

von

Clemens Winkler.

Hochansehnliche Versammlung!

Zwei Räthsel gehen durch die Welt, das eine nennen wir Stoff, das andere Kraft. Aus ihnen quillt die ganze Fülle von Erscheinungen, die sich unablässig in den Kreis menschlicher Wahrnehmung drängt, die ganze Fluth von Wundern, deren Ergründung die Aufgabe des Naturforschers ist. Wenn der Stoff das Material zum Aufbau der Schöpfung lieferte, so hauchte die Kraft ihm Bewegung, Leben, ein und was sich auch vollziehen mag, sei es neben und um uns, sei es draussen im weiten Universum, immer sind Stoff und Kraft die nämlichen, dieselben, die zu Urbeginn der Welt thätig waren, dieselben, die ungeschwächt thätig sein werden, wenn weitere Jahrmillionen über diese Welt dahingerauscht sind. Denn Stoff und Kraft sind unvergänglich, sie vermindern sich nicht, sie vermehren sich nicht, wir vermögen sie nicht zu erschaffen, aber auch nicht zu vernichten, sie bestehen in alle Ewigkeit. Wir wissen auch nicht, woher sie kommen und welchen Zwecken sie dienen, wir betrachten sie als Produkte des unergründlichen Schöpfungsaktes, als Aeusserungen eines unabänderlichen, gewaltigen Naturgesetzes.

Aber wenn auch der Ursprung des Vorhandenen dem Menschen in alle Zeit Geheimniss bleiben wird, das Vorhandene selbst bietet seinem Scharfsinn, seiner Wissbegier Angriffspunkte in unerschöpflicher Fülle. Die Mechanik des Weltalls, die wir in ihrer schrankenlosen Grösse am Umschwunge der Gestirne bewundern, sie ist es wohl zuerst gewesen, welche zum Nachdenken, zur Beobachtung, zur Forschung anregte. Heute wissen wir, dass überhaupt nichts stillsteht, dass Alles, sei es die greifbare Substanz, sei es der unbekannte Weltäther, in steter Schwingung begriffen ist und dass die Einzelkräfte, die wir als Wärme, als Licht, als Elektricität, als chemische Verwandtschaft u. a. m. zu unterscheiden pflegen, nichts Anderes sind, als verschiedene Arten einer aus derselben Kraftquelle fliessenden Bewegung.

Diese Erkenntniss der Einheit der Kraft oder Energie, die wir in ihren ersten Ausführungen dem Heilbronner Arzte Julius Robert Mayer verdanken, und die später durch andere hochverdiente Forscher, wie

Helmholtz, Clausius, Joule, Tyndall u. A., weiter entwickelt und experimentell bestätigt worden ist, darf als eine der grössten wissenschaftlichen Errungenschaften unseres Jahrhunderts bezeichnet werden. Sie brachte uns mit einem Schlage Klarheit, wenn nicht über das Wesen, so doch über den inneren Zusammenhang physikalischer Vorgänge, die sich in Gestalt ganz verschiedener Erscheinungen äussern, und sie zeigte beredter, als es je geschehen, dass die Erhabenheit des Schöpfungswunders in dessen Einfachheit gipfelt.

Eines gleichen Gottgeschenkes weitgehender Erkenntniss harrt zur Zeit der Chemiker noch, insoweit es sich für ihn darum handelt, die Natur des Stoffes ihrem innersten Wesen nach zu ergründen. Die Lösung gerade dieser Frage hat ihre ganz besonderen Schwierigkeiten, schon weil wir gezwungen sind, vom einseitig irdischen Standpunkte aus an dieselbe heranzutreten. Denn wenn uns auch das Spektroskop einen wichtigen Einblick in die materielle Beschaffenheit brauender Sternennebel und gluthheisser Welten erschlossen hat, so liegt doch das Forschungsgebiet des Chemikers der Hauptsache nach auf der heimathlichen Erde, diesem alternden Planeten, dessen innere chemische Stürme nahezu ausgetobt haben, und auf dessen starrem Krustenpanzer vorwiegend der Einfluss der Sonnenwärme und des Sonnenlichtes ein wohl ebenfalls im allmählichen Hinschwinden begriffenes chemisches Leben zeitigt.

Aber wie formenreich, wie vielgestaltig ist diese irdische Welt! Ein einziger kurzer Blick auf dieselbe macht es uns erklärlich, dass schon in früher Zeit der denkende Mensch die Frage aufwarf: „Was ist die Substanz, woraus bestehen die tausend und abertausend Dinge, die uns in der Schöpfung entgegentreten?“ Und so stossen wir denn schon im Alterthum auf den Begriff „Element“, einen Begriff freilich, der mit dem heutigen nicht das Mindeste gemein hat. Auf die zwischen Beiden bestehende Verschiedenheit einzugehen, kann hier nicht der Ort sein, vielmehr wenden wir uns unmittelbar den Elementen der Gegenwart zu, den Bausteinen, aus denen wir uns, soweit unsere Kenntniss reicht, das Weltgebäude aufgeführt zu denken haben.

In dem Maasse, als die chemische Forschung aus dem früheren systemlosen Umhertasten heraustrat und sich zielbewusst der Zerlegung der Körper in ihre Bestandtheile zuwandte, gelang es nicht allein, dieselben in die Einzelwesen bestimmter chemischer Verbindungen aufzulösen, sondern auch aus diesen Verbindungen wieder Stoffe von unverkennbar einheitlichem Charakter abzuscheiden, Stoffe, die sich weder weiter zerlegen, noch künstlich zusammenfügen lassen, denen die Fähigkeit, ja das ausgesprochene Bestreben zukommt, unter sich in Verbindung oder chemische Wechselwirkung zu treten. Die damit erreichte Grenze menschlichen Könnens hat man bis jetzt vergeblich zu überschreiten gesucht, und zwar wird dieselbe bezeichnet durch nahezu siebenzig solcher

Stoffe, die man eben ihrer anscheinenden Unzerlegbarkeit halber als einfache Stoffe oder Elemente bezeichnet hat.

Von diesen Elementen kannte das Alterthum nur wenige. Es waren das insbesondere diejenigen, welche in der Natur bereits im freien, im gediegenen Zustande auftreten oder sich doch leicht aus ihren Verbindungen abscheiden lassen, wie die Metalle Gold, Silber, Kupfer, Quecksilber, Blei, Zinn, Eisen, die schon in früher Zeit technische Verwendung fanden und deren Siebenzahl man im Mittelalter heilig hielt, ebenso wie die Siebenzahl der damals bekannten Planeten. Die Kenntniss des Kohlenstoffs ist offenbar so alt, wie der Gebrauch des Feuers, und ebenso reicht diejenige des Schwefels bis in die älteste Zeit zurück, wiewohl man vom Wesen dieses Elementes noch zu Beginn unseres Jahrhunderts eine ganz unklare Vorstellung hatte. Vollkommen ahnungslos stand man bis vor wenig mehr als hundert Jahren zwei Elementen gegenüber, die auf der Erde allenthalben im freien Zustande auftreten und jedem Menschen vom ersten Athemzuge an vertraut und unentbehrlich sind, nämlich den beiden Bestandtheilen der atmosphärischen Luft, Sauerstoff und Stickstoff. Ihr gasiger Aggregatzustand und ihre Wirkungslosigkeit auf die menschlichen Sinnesorgane hielten sie bis zum Jahre 1774 versteht, dann aber wurde ihnen durch Priestley, Scheele und namentlich durch Lavoisier mit einem Male die Tarnkappe abgerissen, und die Folge hiervon war der Sturz der Phlogistontheorie und damit das Einlenken der chemischen Wissenschaft in neue, lichtvolle Bahnen.

Welche Wandlung in Wissen und Anschauung ist doch inmittelst eingetreten! Voll Andacht blicken wir zurück auf die grosse Zeit einer in überwältigender Fülle hereinbrechenden Erkenntniss, und wenn wir die Männer, denen es vergönnt war, in dieser geistigen Lichtfluth zu arbeiten, die sie wecken und mehren halfen, beneiden, so darf solche Herzensregung sicher als eine der reinsten und edelsten angesehen werden. Insbesondere in der ersten Hälfte unseres Jahrhunderts, dem Zeitalter des unvergesslichen nordischen Forschers Jacob Berzelius, folgte die Entdeckung des einen Elements derjenigen des anderen fast auf dem Fusse, und zwar waren es nicht nur versteckt und spärlich vorkommende Mineralgebilde, welche man damals der Zerlegung entgegenführte, sondern auch jene sich zu Gebirgen aufthürmenden Massenvorkommnisse, die, namentlich durch H. Davy, des unbestimmten Begriffes „Stein" entkleidet und als Verbindungen eigenartiger Elemente erkannt wurden. Später aber erschlossen R. Bunsen und G. Kirchhoff der chemischen Welt die Wunder der Spektralanalyse, welche letztere uns nicht weniger als fünf, einschliesslich des Samariums sogar sechs der interessantesten Elemente in den Schooss warf, und endlich zeitigten die geistvollen Speculationen eines Newlands, eines Lothar Meyer und eines Mendelejeff das Gesetz der Periodicität, zu welchem die Auffindung weiterer

drei Grundstoffe insofern in bedeutungsvoller Beziehung steht, als dieselbe die kühne Voraussage Mendelejeff's von deren muthmaasslicher Existenz in geradezu staunenswerther Weise bestätigte und damit der Sehergabe des grossen russischen Gelehrten, wie dem menschlichen Scharfsinn überhaupt, zum glänzendsten Triumphe wurde.

Aber nicht nur von Erfolgen, auch von argen Täuschungen oder Irreführungen weiss die Entdeckungsgeschichte der Elemente zu erzählen, und das darf insofern nicht Wunder nehmen, als es nicht immer leicht ist, die Einfachheit eines Körpers festzustellen. Dazu kommt in gewissen Fällen die Spärlichkeit des von der Natur dargebotenen Materials, die auch bei Stoffen, deren elementarer Charakter längst ausser allem Zweifel steht, geradezu auffallen muss. Denn während manche Elemente, z. B. das Eisen, das Silicium, der Sauerstoff, sich massenhaft und allerorten auf der Erdoberfläche vorfinden, zeigen andere, wie das Jod, das Titan, das Zirkonium, ein zwar ausserordentlich verbreitetes, aber quantitativ nur untergeordnetes Auftreten, und wieder andere, wie das Thorium oder das Indium, sind bis jetzt nur an wenigen Punkten der Erde und auch da nur in spärlicher Menge angetroffen worden. Es darf jedoch nicht vergessen werden, dass die anscheinende Seltenheit eines Elementes in gewissem Grade zu schwinden beginnt, sobald der Mensch dasselbe als nutzbar und deshalb begehrenswerth erkannt hat. So werden heutzutage von dem entschieden zu den seltenen Metallen gehörenden Golde jährlich an 180 t, von dem ehemals eine chemische Rarität bildenden Jod sogar über 500 t gewonnen und von dem bislang noch nicht zur technischen Anwendung gelangten Thallium würden sich ohne Mühe Tausende von Kilogrammen beschaffen lassen, wenn Bedarf daran eintreten sollte.

Aber auch das Mengenverhältniss, nach welchem relativ häufige Elemente vorkommen, pflegten wir bis vor Kurzem ganz falsch zu schätzen, weil wir bei solcher Schätzung von der im menschlichen Gesichtsfelde liegenden nächsten Umgebung ausgingen. Wir leben inmitten der organisirten Schöpfung, inmitten einer Welt von Kohlenstoffverbindungen; das anorganische Gerippe des Pflanzen- und namentlich des Thierkörpers aber, es baut sich aus phosphorsauren Salzen auf, das Oxyd des Wasserstoffs, das Wasser, rauscht in Regengüssen auf uns nieder und umfluthet als Meer den Erdball, während uns zu Häupten der unermessliche, vorwiegend aus Stickstoff bestehende Luftocean wogt. Was Wunder, wenn uns Kohlenstoff, Phosphor, Wasserstoff, Stickstoff bisher als massenhaft auf Erden vertretene Elemente galten! Und doch tritt ihre Menge gegenüber derjenigen der Bestandtheile des Erdkörpers ganz erstaunlich zurück, sobald man, wie F. W. Clarke[1]) dies gethan, nicht nur mit der

1) Frank Wigglesworth Clarke, The relative abundance of the chemical elements. Washington 1889.



sichtbaren Erdoberfläche, sondern mit der Erdkruste in einer Stärke von nur 15 km rechnet. Bei solcher Rechnung fand der verdienstvolle amerikanische Forscher, dass die äussere Kruste der Erde einschliesslich ihrer Lufthülle zu nur

0,94 Proc. aus Wasserstoff,
0,21 „ „ Kohlenstoff,
0,09 „ „ Phosphor,
0,02 „ „ Stickstoff

besteht, dass also gerade diejenigen Elemente, die in unserer nächsten Umgebung und unserem eigenen Dasein eine so hervorragende Rolle spielen, ganz untergeordnete Bestandtheile unseres Planeten sind. Wir wandeln und athmen inmitten eines seltenen Elementes! Und aller Voraussicht nach würden obige Beträge sich noch viel weiter abmindern, wenn man an Stelle der dünnen Kruste die ganze gewaltige Masse des Erdballs in Rechnung setzen könnte. Das ist jedoch unmöglich, denn nimmermehr wird menschlicher Scharfsinn die Beschaffenheit des Erdinneren ergründen. Nur aus dem specifischen Gewichte der Gesammterde, welches mehr als das Doppelte von demjenigen der Erdkruste beträgt, dürfen wir auf die stoffliche Verschiedenheit beider, auf eine nach dem Centrum hin zunehmende Verdichtung schliessen.

Aber, je mehr wir uns in dieser und anderer Beziehung unserer Ohnmacht bewusst werden, je deutlicher wir erkennen, wie sehr wir, was die heimische Erde anbelangt, mit unserem Wissen und Können „auf der Oberfläche treiben“, desto kühner richten wir den Blick hinaus ins weite All, von dem uns nicht starres Gestein, sondern nur die lichtklare, durchsichtige Gashülle unseres Planeten trennt, und welches deshalb trotz seiner Schrankenlosigkeit unseren Beobachtungsmitteln zugänglicher ist, als der Erde nächtige Tiefe. Leuchten doch draussen im Universum die ungezählten Sonnen, die ja auch Stoff sind, wie die heimathliche Erde, Stoff aus derselben Schöpferhand, nach gleichen Gesetzen entstanden und gleichen Gesetzen gehorchend! Wem sollte sie da nicht verständlich sein, die brennende Sehnsucht des Chemikers, einzudringen in dieses Wunderreich des Himmels, und wäre es auch nur, um auf den Gefilden der Unendlichkeit ein Körnlein, ein einzig Körnlein Wahrheit zu erhaschen? Und wahrlich, viel ist es, was dem Menschen vergönnt ward, aus den Sternen zu lesen; auf zwei Wegen gelangte er zur Kenntniss der stofflichen Beschaffenheit der ausserirdischen Welt, zwei Vermittler trugen ihm in kaum geahnter Weise diese Kenntniss zu: die Meteoriten und der Lichtstrahl.

Jeder, der einmal vor der einzig schönen Meteoritensammlung des Kaiserlichen Hofmineraliencabinets in Wien oder vor einer anderen ähnlichen Sammlung gestanden und dieselbe bewundernd betrachtet hat, wird sich eines gehobenen, fast andächtig zu nennenden Gefühls nicht haben

erwehren können. Da liegen sie, sichtbar und greifbar, diese Trümmer des Universums, welche die kreisende Erde im Laufe der Zeit zusammenfegte und dauernd in ihr Attractionsgebiet bannte, nachdem dieselben vorher auf eigener Bahn die unfassbaren Fernen des Sonnensystems, ja vielleicht der Fixsternräume durchwandelt hatten! Sendboten einer Welt, die wir so gern ergründen möchten und die uns doch ewig verschlossen bleiben wird, bilden sie für uns geheimnissvolle Fremdlinge, und ob wir in ihnen selbständige Miniaturwelten oder schwärmende Bruchstücke untergegangener grösserer Himmelskörper erblicken mögen, gleichviel: Sie sind ausserirdischer Stoff und als solcher für den Forscher von unschätzbarem Werthe.

Die chemische Untersuchung zahlreicher Meteoriten hat nun die gewiss hochwichtige Thatsache ergeben, dass sie sich stofflich nicht auffallend von unserem Heimathsplaneten unterscheiden, dass die Elemente, aus denen sie sich aufbauen, sämmtlich auch auf der Erde vertreten sind, ja dass deren chemische Anordnung an diejenige gemahnt oder auch vollkommen mit der übereinstimmt, die wir an irdischen Gebilden wahrnehmen. Dies gilt namentlich von gewissen den Olivinen und Augiten zugehörenden Silicaten, wie solche den Hauptbestandtheil unserer vulkanischen Gesteine ausmachen, und die wir in den Massen meteorischen Ursprungs in wunderbarer Aehnlichkeit und Treue wiederkehren sehen. Auch die Träger organischen Lebens, Kohlenstoff und Wasserstoff, ja selbst Kohlenwasserstoffe und bituminöse, dereinst vielleicht organisirt gewesene Substanz, sowie Gaseinschlüsse, die Reste einer ehemaligen Atmosphäre, hat man in den Meteoriten gefunden, und wenn auch gerade dieser Gasgehalt nach Beschaffenheit und Vertheilung in mehreren Fällen darauf hindeutet, dass die Entstehung meteorischer Gebilde unter anderen Verhältnissen erfolgt sei, als diejenige der Erde, so steht doch fest, dass jene Sendlinge des Himmels im Wesentlichen, wenn auch mit Ausnahme vieler auf Erden vorkommender, namentlich der minder häufigen Elemente, aus dem nämlichen Stoffe geformt sind, wie unser Planet.

Aber noch ein anderer Vermittler verbindet uns mit der ausserirdischen Welt, das ist der Lichtstrahl, der von Stern zu Stern zuckt. Der flüchtigsten einer unter des Schöpfers Kurieren, trägt er uns unablässig Kunde zu, keine Entfernung ist ihm zu gross, kein Weg zu weit, einmal ausgesendet, schiesst er blitzgeschwind auf sein Ziel los und weiss es geradlinig mit unglaublicher Geschwindigkeit zu erreichen. So jagt er hin und her zwischen den Gestirnen, und seit Menschengedenken auch zwischen Erde und Aussenwelt, aber Niemand hat ihn vordem verstanden, denn seine Depeschen sind chiffrirte. Mit schwarzen Strichen schreibt er auf den Regenbogen und der Erste, der fragend vor diesen Hieroglyphen stand, war der berühmte Münchener Optiker Joseph Fraunhofer. Das war im Jahre 1814. Fünfzig Jahre später aber erkannten

R. Bunsen und G. Kirchhoff jene Schrift als ein Negativ, welches sich in überraschendster Weise mit dem unter Anwendung irdischer Elemente in irdischen Laboratorien erhaltenen Positiv der sogenannten Spektralreactionen deckt, und damit war der Schlüssel zu jener himmlischen Lichtschrift gefunden. Wir wissen heute, dass jeder zur Verdampfung und zum Selbstleuchten erhitzte Elementarstoff immer eine bestimmte Art von Licht ausstrahlt, und ein nur ihm eigenthümliches Linienspectrum giebt; aus der Verwerthung dieser Thatsache entsprang die Untersuchungsmethode der Spektralanalyse, deren Auffindung allein schon ausgereicht haben würde, die Namen Bunsen und Kirchhoff unsterblich zu machen, und die uns in den Stand setzt, die fernsten Himmelskörper auf ihre chemische Beschaffenheit zu prüfen, sobald nur ihr Licht zu uns, zur Erde, gelangt.

Es ist unmöglich, an dieser Stelle aller der hochverdienten Männer des In- und Auslandes zu gedenken, welche sich, wie W. Huggins, J. N. Lockyer, A. Secchi, H. C. Vogel, F. Zöllner u. a. m., mit edlem Feuereifer und unter Erzielung ungeahnter Erfolge der spektroskopischen Untersuchung der Planeten, Fixsterne, Kometen und Nebelflecken hingegeben haben, und ebenso unmöglich ist es, der stolzen Errungenschaften näher zu gedenken, die aus diesen Untersuchungen hervorgegangen sind. Durch dieselben sind wir zu der Gewissheit gelangt, dass zwischen der materiellen Beschaffenheit der Erde und derjenigen anderer Himmelskörper wenn auch nicht in jeder, so doch in vieler Beziehung Uebereinstimmung herrscht, der Begriff Element somit weit über die irdischen Grenzen hinaus Gültigkeit hat.

Um so bedeutungsvoller gestaltet sich die Frage nach dem eigentlichen Wesen der Elemente, von der freilich gleich im Voraus gesagt werden muss, dass sie sich zur Zeit der Beantwortung noch vollkommen entzieht, ja dass es selbst an den Unterlagen zu einem tieferen Eingehen auf dieselbe mangelt. Dem Chemiker erscheinen die Elemente als Einzelwesen von bestimmtem, scharf ausgeprägtem Charakter, Personen vergleichbar, die sich nach Physiognomie und Kennzeichen aller Art auf das Schärfste von einander unterscheiden und denen, wie diesen, ganz bestimmte Eigenthümlichkeiten, Neigungen und Regungen zukommen, denen zufolge sie sich suchen oder meiden. Aber das, was uns als Element im freien Zustande entgegentritt, ist nicht Element im chemischen Sinne, es ist nicht das chemisch thätige Elementaratom, sondern der aus Atomen bestehende physikalische Aufbau des Moleküls, der im Augenblicke der chemischen Action blitzschnell in diese Atome zerfliegt, um diesen ebenso blitzgeschwind die Anordnung zu einem neuen, nun zusammengesetzten Molekül, dem Molekül der entstandenen chemischen Verbindung, möglich zu machen. Was hier unter dem Antrieb jener Kraft, die wir chemische Energie nennen, erfolgt, das vermag sich auch, und zwar dauernd, unter

dem Einfluss der Wärme zu vollziehen; dann tritt vor uns die Erscheinung der Dissociation, die wir nicht nur bei zusammengesetzten Molekülen, sondern auch bei Molekülen mit gleichartigen Atomen, eben den Molekülen der Elemente, herbeizuführen vermögen, wie Victor Meyer's Untersuchungen über die Dampfdichte des Jods das beispielsweise gezeigt haben. Aber der Zerfall in Atome, den die Moleküle der Elemente beim Vollzug der chemischen Vereinigung erleiden, ist ein so rasch vorübergehender und derjenige auf dem Wege der Dissociation erfordert so hohe Temperatur, dass unsere Sinne ihm nicht zu folgen vermögen, und deshalb kennen wir die Elemente nur in Gestalt von Atomaggregaten, nicht aber in derjenigen von freien Atomen, welchen letzteren ganz andere Eigenschaften zukommen können, als jenen, den Molekülen. Dafür spricht unter Anderem die merkwürdige Erscheinung der Allotropie, derzufolge, wie das z. B. beim Kohlenstoff, beim Phosphor, beim Sauerstoff der Fall ist, dasselbe Element eine physikalisch wie chemisch total verschiedenes Verhalten zu zeigen vermag. Beim Sauerstoff, dessen gasförmiger Aggregatzustand directe Messungen gestattet, hat man feststellen können, dass er in der inactiven oder der activen Modification, als gewöhnlicher Sauerstoff oder als Ozon, auftritt, je nachdem sich zwei oder drei Atome desselben zu einem Molekül vereinigt haben; obwohl materiell Dasselbe, zeigt er in diesen beiden Zuständen so überaus abweichende Eigenschaften, dass man glauben möchte, zwei grundverschiedene Körper vor sich zu haben, doch genügt schon eine geringe Temperaturerhöhung, den dreiatomigen in den zweiatomigen Sauerstoff überzuführen und ersterem damit seine fast unheimliche Activität zu benehmen.

Erwägt man, dass die Wärme nicht allein den Zerfall chemischer Verbindungen, sondern auch denjenigen von Elementarmolekülen herbeizuführen vermag, so muss man sie als eines der kräftigsten analytischen Mittel betrachten, ein Mittel freilich, über welches wir Erdenbewohner in nur sehr unzureichendem Maasse verfügen. Denn die höchsten Temperaturen, die wir zu erzeugen vermögen, verschwinden gegenüber denjenigen, die auf anderen Himmelskörpern, insbesondere auf den leuchtenden Sonnen am Firmament, herrschen. Schon der Centralkörper, um den unser Planetensystem sich schwingt, unsere Sonne, befindet sich, obwohl er den kühleren Fixsternen zugerechnet wird, in einem Zustande der Erhitzung, welcher über alle menschliche Vorstellung hinausgeht. Der Vollzug chemischer Verbindungen im irdischen Sinne ist dort kaum möglich, vielmehr muss daselbst eine fast schrankenlos zu nennende Dissociation Platz gegriffen haben. Trotzdem stimmt die Spektralreaction des Sonnenlichtes noch mit derjenigen überein, welche irdische Elemente bei mit irdischen Mitteln erreichbaren Hitzegraden geben, dagegen erleidet das spektroskopische Bild eine auffallende Vereinfachung bei heisseren Fixsternen, wie z. B. dem Sirius, auf welchem man bis jetzt nur Wasserstoff,

Natrium, Magnesium und Eisen zu entdecken vermochte, oder bei den Nebelflecken, welche ein aus nur wenigen Linien bestehendes, auf das Vorhandensein von Wasserstoff und Stickstoff, sowie auf dasjenige eines noch unbekannten Körpers hindeutendes Spectrum geben. Solche Wahrnehmungen legen aber den Schluss nahe, dass die Stoffe, die wir als unzerlegbar und einfach, die wir als Elemente betrachten, aus noch einfacherer Materie hervorgegangen sind, dass zwischen ihren Eigenschaften und dem Reifezustand der Erde ein gewisser Zusammenhang besteht, ja dass vielleicht die Neubildung von Elementen in dem Maasse vorwärts schreitet, als unser Planet der weiteren Abkühlung anheimfällt. Für eine solche Möglichkeit spricht auch das quantitativ ganz verschiedene, zum Theil auffallend spärliche Vorkommen der Elemente auf der Erde und das Fehlen mancher derselben in den Meteoriten, sprechen die merkwürdigen Aufschlüsse, welche das Gesetz der Periodicität geliefert hat, spricht endlich die grosse Zahl der Elemente, die wir auf unserem Himmelskörper vertreten finden. Diese Zahl muss geradezu in Erstaunen setzen. Siebenzig! Solche Vielfältigkeit des Stoffes will durchaus nicht im Einklange stehen mit der Einheit der Kraft und der aus dieser zu folgernden Universalität der Schöpfung, sie rechtfertigt die Annahme, dass unsere heutigen Elemente nicht von Anbeginn vorhanden gewesen, sondern dass sie Umwandlungsproducte sind, hervorgegangen aus der im allmählichen Fortschreiten begriffenen Condensation einer uns unbekannten Urmaterie.

Was war diese Urmaterie, woher stammt sie, ist sie noch vorhanden oder ist sie aufgebraucht worden beim Aufbau des vor unseren staunenden Augen liegenden Weltgebäudes? Derartige Fragen führen auf ein Gebiet, welches der gewissenhafte Naturforscher nur mit grosser Vorsicht betritt, die leicht durchgehende Phantasie dabei straff im Zügel haltend. Dass im All noch solche gewissermaassen in der Aufarbeitung begriffene Urmaterie vorhanden sein muss und dass deren Condensation stetigen Fortgang nimmt, dürfen wir aus dem verschiedenen Entwicklungszustand der Gestirne und aus der in ungemessenen Fernen noch immer stattfindenden Schaarung und Ballung des Stoffes folgern. Aber von dem Wesen jener Urmaterie, von der Art ihres Ueberganges in sinnlich wahrnehmbare, der Schwerkraft unterliegende und chemischer Regung fähige Substanz haben wir keine Vorstellung. Je mehr wir darüber grübeln, desto lebendiger wird in uns die Ueberzeugung, dass der sogenannte Aether, dessen Vorhandensein im gesammten Weltraum wir anzunehmen haben und dessen Schwingungen wir als Licht und Wärme empfinden, dass dieses geheimnissvolle Fluidum Materie in atomistischer oder wohl noch weit über diese hinausgehender Zertheilung sei, welche unter uns unbekannten Umständen der allmählichen Verdichtung anheimfällt. Das sind Vermuthungen, die das Gebiet der Metaphysik streifen und von der exacten

Naturforschung, die sich an das thatsächlich Erwiesene zu halten hat, nur nothgedrungen berührt werden dürfen; aber der dem Lichte der Erkenntniss zustrebende Menschengeist vermag sich ihrer nicht zu erwehren, sobald er an der Grenze des für ihn Fassbaren angelangt ist.

Die Gesellschaft deutscher Naturforscher und Aerzte hat gegenwärtig die Ehre, in der altberühmten, gastlichen Freien Hansestadt Bremen zu tagen. Unweit dieser Stadt brandet das ewige Meer, dessen Tiefen der Mensch ebenso zu durchforschen sucht, wie den starren Boden unter seinen Füssen und die leuchtende Welt zu seinen Häupten. Die Tiefseeforschung hat ergeben, dass die „purpurne Finsterniss“ der Meeresgründe bevölkert ist mit zahlreichen Lebewesen, die nichts wissen, nichts ahnen von den Wundern der Oberfläche, von Luft und Licht, von Blitz und Feuer, von Himmelsblau und Sternenpracht. Uns Menschen ist Besseres zu Theil geworden, aber irdische Wesen sind und bleiben wir doch, und soviel der Verstand — selbst ein Wunder unter den Wundern — zu fragen und zu ergrübeln vermag, die letzten Schranken wird menschlicher Geistesflug niemals überwinden!

VIII.

Die Flora des asiatischen Monsungebietes.

Eine pflanzengeschichtliche Studie

von

O. Warburg.

Die Riesenfortschritte, die das Verkehrswesen in den letzten Jahrzehnten gemacht, haben uns den Orient in ungeahnter Weise erschlossen; kaum wird Jemand im Stande sein, die Consequenzen voll zu übersehen, die sich aus dem innigen Zusammenwirken von Orient und Occident auf wirthschaftlichem Gebiet ergeben werden. Unmittelbar gefördert wird dagegen die Wissenschaft, und wer auch immer Asien sich zum Studienfeld auserwählt, der empfindet auf Schritt und Tritt, welche ungeheuren Vortheile die moderne Culturentwickelung ihm gewährt, und welch sicheren Rückhalt er an den europäischen Culturstaaten besitzt. Nicht am geringsten wird die Rückwirkung davon empfunden von den botanischen Wissenschaften; war es ehedem kaum möglich, einigermaassen gründlich in mehr als ein kleines Gebiet einzudringen, wenn man von Küstenstrichen absieht, so vermag man jetzt fast in derselben Zeit die Flora grosser Regionen mit nicht geringerem Erfolg zu studiren, diejenigen Theile schnell durcheilend, die gleichförmig und leicht übersehbar, nur dort längeren Aufenthalt nehmend, wo wichtigere Fragen der Entscheidung harren.

Einer der wichtigsten Punkte zum Verständniss des süd- und ostasiatischen Pflanzengebietes ist der West-Himalaya. Er beherrscht die Durchgangsstrassen nach Centralasien; an seinem Fusse vorbei zogen die Heerschaaren der Mughul-Eroberer nach Indien, und ehemals die arischen Einwanderer; noch heute sitzen hier die Stämme Indiens, die den indogermanischen Typus am reinsten bewahrten; und jetzt wiederum reiht sich hier in richtiger Werthschätzung der Position ein grosser Waffenplatz der Engländer an den andern. Das Pandschab und Sinde, die zwei südlich des West-Himalaya nach dem arabischen Meere zu sich erstreckenden Provinzen sind die trockensten Indiens, in Kurrachee fallen nur 19 cm Regen im Jahre [1]); dazu werden die Temperaturdifferenzen zwischen Sommer und Winter, je näher wir der nordwestlichen Grenze Indiens

1) In den Khasia hills in Assam fallen dagegen jährlich circa $12^1/_2$ Meter Regen, dies ist freilich die regenreichste Gegend der Welt; der durchschnittliche jährliche Regenfall im Pandschab und Sinde ist 55 resp. 23 cm.



rücken, um so grösser; die mittlere Januartemperatur ist im Pandschab nur 13°, in Rawulpindi an der Nordwestgrenze sogar nur 4°, gegen eine Junitemperatur von 35° C. Dass dieser geringe Feuchtigkeitsgehalt, diese niedrige Wintertemperatur nicht mehr genügt, um das hervorzubringen, was wir unter tropischer Vegetation verstehen, leuchtet ein, und da nach Westen zu, gegen Persien und Afghanistan, diese Verhältnisse sich nur noch mehr zuspitzen, so stehen wir also hier an der westlichen Grenze der asiatischen Monsungebietsflora. Wir haben sie sogar schon überschritten, denn weit nach Gujerat und Rajputana hinein erstreckt sich die centralasiatische Steppenflora, und wer die bekannte Eisenbahnroute kennt, von Bombay nach Delhi über Yeipore, dem prägt sich dieser merkwürdige Contrast zwischen der Ueppigkeit des Concans, den dichten Waldlandschaften der westlichen Ghats, des Abhanges des Deccanplateaus, und der Oede der nördlichen Sandstrecken, der Eintönigkeit der von arabischen Acacien und blattlosen Kapersträuchern gebildeten Buschlandschaften tief ein. Am Fusse des westlichen Himalaya selbst tritt freilich die Dürre weniger stark hervor, infolge Vermehrung der Niederschläge und Stauung der Bergwässer; hat auch das berüchtigte Terai, jenes üppige fieber- und tigerreiche Sumpfgebiet am Fusse des Himalaya, hier schon sein Ende erreicht, so finden sich bis zum Sutletsch, dem östlichsten der Induszuflüsse, doch wenigstens noch Bestände des werthvollen Salbaumes, der Shorea robusta, zu der hauptsächlich hinterindischen Pflanzenfamilie der Dipterocarpeen gehörig. Steigen wir aber die Vorberge des Himalaya hinauf nach dem 7000′ hoch gelegenen Sommeraufenthalt des Vicekönigs von Indien, nach der Gesundheitsstation Simla, so durcheilen wir ein seltsames Gemisch sonst sich ausschliessender Pflanzenformen. Während am Fusse die reizenden Gärten von Pinjore, dem Maharadja von Puttiola gehörig, eine Reihe werthvoller tropischer Fruchtbäume bergen, während dort im gutbewässerten Thale schlanke Cocospalmen und dunkelbelaubte Mangos die Häuser beschatten, sind die trockenen Hänge der Gegend von sparrigem Gebüsch mit vorderasiatischem Gepräge bedeckt, ja selbst eine wilde Olivenart giebt es dort, und nur in den Thälern und Schluchten ziehen sich Zipfel tropischen Bergwaldes herab, ein Gemisch mannigfacher Pflanzenfamilien. Höher hinauf mengen sich dann Formen dazwischen, die an nordische Gegenden erinnern, Berberitzen, Rosen, Brombeerarten, Zürgelbäume, immergrüne Eichen, Stechpalmen, Pfaffenkäppchen und vor Allem langnadelige Kiefern, und die unübertroffene Deodora-Ceder, eine Varietät der Ceder des Libanon. Je weiter wir steigen, desto mehr nehmen die tropischen Formen ab; Birken, Tannen, Eiben, Wallnüsse, Traubenkirschen, Ahorn, Haselnuss, Rosskastanien, zum Theil in denselben Arten wie in Europa, zeigen aufs Deutlichste, dass wir jetzt auch nach Norden hin die Grenze des südasiatischen Florengebietes überschritten haben.

So wenig Schwierigkeit also die westliche und nordwestliche Abgrenzung des südasiatischen Florengebietes bereitet, so schwierig ist es, im Süd- und Nordosten gute Grenzen zu ziehen. Grisebach definirte unsere Region einfach als das indische Monsungebiet[1]; wirklich innere organische Floreneinheiten zu geben, dies Ziel verdunkelte sich bei ihm in dem Bestreben, das Gesetz der klimatischen und örtlichen Analogien als überall herrschend nachzuweisen, mit anderen Worten, die Parallelität zwischen Flora einerseits, Klima und Localität andererseits streng durchzuführen; so kam es denn, dass manchmal gleichartige Pflanzenregionen künstlich getrennt wurden, so ward auch zwischen Neu-Guinea, Australien und Melanesien eine Kluft geschaffen, wie sie thatsächlich floristisch nicht besteht. Bald indessen brach sich die Entwickelungslehre, die Descendenztheorie auch in diesen Forschungsgebieten endgültig Bahn, und in einem ausserordentlich tief durchdachten Werke präcisirt Wallace[2] unser Gebiet thiergeographisch als die orientalische Region, indem er einerseits Neu-Guinea, die Molukken, die kleinen Sunda-Inseln bis auf Bali, sowie Celebes ausschloss und mit Australien vereinigte, andererseits Süd-China, Formosa und die Liukiu-Inseln mit in die orientalische Region hineinzog. Nicht viel später brachte dann Engler die auf Entwicklungsgeschichte basirenden Ideen auch in der Pflanzengeographie zur Herrschaft; durch die thatsächlichen Verbreitungsverhältnisse genöthigt, legte er indess die das malayische Florengebiet südöstlich begrenzende Linie quer durch das nördliche Australien hindurch, Celebes und die Molukken, Neu-Guinea, die Fidji-Inseln und Nord-Australien als austro-malayische Provinz dem grossen südasiatischen Gebiete unterordnend. Wir sehen hier also die Resultate thier- und pflanzengeographischer Forschung im Widerspruch mit einander; die sogenannte Wallace'sche Linie, hauptsächlich auf die Verbreitung von Säugethieren und Vögeln sich stützend, trennt Celebes und die Molukken scharf von den übrigen drei grossen Sunda-Inseln ab, botanisch wird dies ostmalayische Gebiet dagegen nur als Unterabtheilung des indischen Florenreiches angesehen. Alles, was zur Lösung dieses Widerspruches führen kann, musste erwünscht sein, und namentlich durfte man sich von der Erforschung der Flora der höheren Berge dieser Gegend, die bisher so gut wie unbekannt war, wichtige Aufschlüsse versprechen. Während meines Aufenthaltes im östlichen Theil des malayischen Archipels habe ich denn einige der höheren Gipfel erstiegen, und zwar neben einigen weniger hohen Bergzügen auf Sumbawa, in der Minahassa, und in Kaiser-Wilhelms-Land einerseits den Berg

1) Er umfasste darunter die beiden indischen Halbinseln und den malayischen Archipel, den er mit Neu-Guinea abschloss; im Nordosten trennte er davon ab das chinesisch-japanische Gebiet, im Südosten das australische und im Osten die oceanischen Inseln.

2) Eine alte Eintheilung Sclater's wieder aufnehmend.

Sibella auf der Insel Batjan, einen der höchsten Gipfel der Molukken, der merkwürdigerweise selbst von den Eingeborenen dort noch nicht erstiegen worden war, andererseits gleichfalls wenigstens als erster Europäer, der zum Gipfel gelangte, den über 9000′ hohen Wawo-Karaëng auf Celebes, der als der höchste Punkt der Insel angesehen wird [1]). Da namentlich diese letztere Besteigung nach verschiedenen Richtungen hin Interesse besitzt, wollen wir einen Augenblick dabei verweilen.

Der Wawo-Karaëng, zu deutsch das „Haupt der Fürsten“, und der Lompo-battang oder der „grosse Bauch“ bilden einen Zwillingsberg, der an der Südspitze von Celebes als mächtige Wasserscheide aufragt, derart, dass die westlich liegende Stadt Macassar in den 3 Monaten des stärksten Westmonsuns viermal so viel Regen erhält wie das östlich gelegene Kadjang [2]), während im Ostmonsun das Umgekehrte eintritt [3]). Unmittelbar im Süden dagegen liegt das Städtchen Bontaing, nach dem das Gebirge auch als Pik von Bontaing bezeichnet wird, und zwar dermaassen geschützt, dass es jährlich im Durchschnitt nur ein Drittel des Regens erhält, der im nahen Macassar fällt. Kaum dürften im malayischen Gebiet noch irgendwo sonst solch grosse Contraste auf so begrenztem Gebiet beobachtet worden sein. Die Zwillingsspitzen stellen die gewaltigen Reste der fast senkrechten Wände eines ungeheuren erloschenen Kraters dar, der an zwei Seiten völlig zersprengt worden ist. Der ehemalige Krater ist dicht mit Wald bedeckt, aber als unvergängliche Zeichen der früheren Activität liegen gewaltige vulcanische Bomben bis weit unten am Abhang hingestreut.

Der Blick von oben ist ein überwältigend grossartiger, wie ihn die vielen Vulcane Javas und die höchsten Spitzen der Nilgherris und Ceylons nicht in dem Grade bieten, in Süd-Asien nach meinen Erfahrungen nur übertroffen durch die erhabenen Schneepanoramen des Himalaya. Das Anziehende liegt in der Mannigfaltigkeit der Scenerie; während das Meer, freilich nur zum Theil sichtbar, in weitem Bogen das Gebirge umgiebt, zieht sich im Vordergrunde wellenförmig das mit Holland im Bundesverhältniss stehende kleine Reich Goa hin, bis nach Macassar, welche Stadt in nebeliger Ferne noch eben erkennbar ist; nach Norden zu dehnt sich im Reiche Boni eine weite düstere Waldlandschaft aus, ein wildes, fast unbekanntes Bergland, welches, wenigstens an seinem Südabhang aus vulcanischen Gesteinen bestehend, vermuthlich gleichfalls der Zersprengung eines Vulcans seinen Ursprung verdankt; im Nord-West hin-

1) Nach den Seekarten soll der Lompo-battang etwas höher sein, nach der Triangulation des Landgeometers von unten aus dagegen der Wawo-Karaëng; mir schien von oben der Lompo-battang noch ein klein wenig höher zu sein, doch täuscht ja das Augenmaass sehr.

2) Kadjang 510 cm, Macassar 2100 cm Regen.

3) Kadjang 1159 cm, Macassar 267 cm Regen.

gegen blicken wir in die schön gezackten Kalkberge der Norddistricte hinein, bekannt durch die vielen wegen der Terrainverhältnisse schwer zu bewältigenden Aufstände des buginesischen Adels. Nach Süden zu trennt uns die tiefe Kraterschlucht von der ungefähr gleich hohen Spitze des Lompo-battangs, und gerade hier haben wir am Abend Gelegenheit, Zuschauer eines ganz ausserordentlich seltenen und interessanten Schauspiels zu sein, wie es nur die Monsungegenden bieten können. Wir befinden uns nämlich im November, im ausnahmsweise recht verspäteten Ende des Ostmonsuns. Wie immer, tritt die regelmässige Regenzeit zuerst in den höheren Lagen der Berge ein, und der Anfang wird von furchtbaren tropischen Gewittern in den Nachmittagsstunden bezeichnet. Da wir uns oberhalb der Regenzone befinden, können wir in aller Musse den ganzen Kampf der beiden Monsune beobachten, das erste Auftreten von leichtem Gewölk, die Bildung von Wolken, das allmähliche Zusammenziehen und Verdichten der Cumuli, bis schliesslich mit furchtbarer Gewalt der Regen losbricht, und deutlich hörbar tief unten aufs Laubdach herniederprasselt, durchzuckt von Blitzen und begleitet von dem in fernen Thälern verhallenden Donner. Das interessanteste Bild gewährt aber die mehr als 1000′ tiefe bewaldete Kraterschlucht, die einen westöstlichen Durchgang durch das Gebirgsmassiv darstellt. Der Westmonsun versucht diesen Pass zu forciren; man sieht deutlich, wie kleinere Wolken, von Westen kommend, eindringen; stets aber werden sie wieder zurückgeworfen, was um so merkwürdiger scheint, als wir auf der Spitze des Berges nur einen höchst schwachen perpetuirlichen Ostwind spüren.[1]) Einmal füllt sich die ganze Kraterkluft mit weissem Nebel, aber die Hoffnung meiner Leute, dass schon jetzt der Westmonsun stark genug sei, um bis zu ihren dürren Feldern an der Nordostseite vorzudringen, erfüllt sich nicht, denn bald treibt ein plötzlicher Windstoss den Nebel zurück und jeder Baum ist wieder im Krater erkennbar, in einer Schärfe, wie nur die Regenzeit sie bietet. In dem Gewitter erschöpft auch für heute der Westmonsun seine Kraft, denn alle Wolken verschwinden, der Spätabend ist sternenklar und kaum ein geringer Hauch aus Osten wahrnehmbar. Die Abkühlung durch das Gewitter im Verein mit der Wärmestrahlung der Nacht hatte eine derartige Wirkung, dass das Thermometer von 21° C. vor dem Gewitter auf 3° in der Nacht zurückging, die niedrigste Temperatur und der grösste Contrast, den ich in den Tropen erlebt habe. Bei der grossen Empfindlichkeit für geringe Temperaturunterschiede in den Tropen gehört ein solches Bivouac trotz grosser Lagerfeuer nicht zu den Annehmlichkeiten, namentlich da die Nachtruhe noch durch einen Hagelfall unterbrochen wurde; zum Glück hatte ich meine Diener aus

---

1) Auch auf den höchsten Bergspitzen Java's soll nach Junghuhn der Südostwind das ganze Jahr hindurch wehen.

der Ebene unten gelassen und war nur von den viel widerstandsfähigeren und abgehärteten Bergbuginesen begleitet, ein Volk, welches mit den werthvollen Eigenschaften der Buginesen zugleich die Vorzüge der Bergbewohner im Allgemeinen, Geradheit, Rechtlichkeit und natürliche Fröhlichkeit verbindet.[1])

Nach dieser kurzen Abschweifung, die, wie ich glaube, besser als theoretische Betrachtungen uns in das überall gleichartige Wesen der klimatischen Verhältnisse des grossen südasiatischen Monsungebietes einführt, kehren wir zum Pflanzenkleide des Gebirgsstockes zurück.

Die reissenden Bergbäche haben am Fusse des Gebirges tiefe Furchen ausgehölt, so dass man manchmal 1000′ zu steigen hat, um nur aus dem Flussbett auf den Rücken zwischen zwei Bächen zu gelangen; kein Wunder also, dass Reisbau an vielen Stellen unmöglich ist, an anderen wird das Wasser in ausserordentlich kunstvollen Leitungen weit hergeholt. Um die meisten unteren Abhänge ziehen sich Kaffeepflanzungen, die schlechte Pflege grossmüthig durch ausserordentlich reichen Ertrag vergeltend; höher hinauf finden sich noch kleinere Felder von Taro und Kartoffeln mitten zwischen Wiesen zerstreut, dann beginnt der Urwald. Auch in der Ebene, hart am Fusse des Gebirges, finden sich an schattigen Stellen noch einige Reste des ursprünglich alles bedeckenden Waldes, bei weitem der grösste Theil der Fläche ist eingenommen durch Gestrüppwildnisse, die Folge der jährlichen Brände, nur hier und da liegen einige Felder zerstreut dazwischen, der buginesischen Bevölkerung gehörig. Die Wälder der Ebene unterscheiden sich auffallend von den Wäldern des unteren Berggürtels, eine Erscheinung, welche überall im Monsungebiet dort sich zeigt, wo ausgeprägte Zeiten der Trockenheit mit kräftigen Regenperioden abwechseln, und der Untergrund für Feuchtigkeit nicht allzu undurchlässig ist.[2]) Dieser trockene Ebenenhochwald, wie wir ihn nennen wollen, zeichnet sich vor Allem aus durch die grosse Zahl laubabwerfender Bäume, von denen einige während der ganzen Trockenzeit kahl stehen, andere sich schon während der Trockenzeit wieder belauben oder einen Theil ihres Laubes bewahren; dadurch lassen diese höheren Waldbäume etwas mehr Licht hindurch, und dazwischen treten

1) Würde Holland nur ein Viertel der Sorge, die es Java zuwendet, diesen Gegenden zu Theil werden lassen, und würde es namentlich dazu gelangen, die Bauern von dem Druck und der Aussaugung durch die kleinen Miniaturfürsten, die Regenten und deren adeligen Anhang zu befreien, so würde sich das buginesische Volk zweifellos zu einem der tüchtigsten und besten Stämme Niederländisch-Indiens entwickeln, und manche weniger begehrenswerthe Eigenschaften, wie Rachsucht, Zügellosigkeit, Raubsucht, würden sich mit der Zeit verlieren, wenn man durch Macht und Strenge den Folgen dieser Eigenschaften, der grossen Unsicherheit des Lebens und Eigenthums, ernstlich zu Leibe ginge.

2) Wie es auch in unserem ostasiatischen Schutzgebiet deutlich wird, wenn man die Wälder von Hatzfeldhafen mit denen von Finschhafen vergleicht.

deshalb kleinere Bäume und Palmen in grösserer Anzahl als im feuchten tropischen Ebenenwalde; kleineres Gesträuch, Gräser und Kräuter sind wegen der periodischen Trockenheit und der Laubdecke des Bodens nur mässig vertreten, dagegen sind diese Wälder reich an Lianen.

Die Zone der Kaffeepflanzungen hingegen beherbergt noch an den steileren Hängen eine Anzahl wirklich feuchter Hochwälder, die auch in den Ravinen und engen Thalschluchten hier und da sogar bis zum Fusse des Berges hinabsteigen; ja die ganze Zone lässt sich beinahe auffassen als ein gelichteter Hochwald, indem die Kaffeebäume an vielen Stellen direct unter die stehen gebliebenen Riesen des Waldes gepflanzt werden, und diese erst theilweise durch die bekannten Schattenbäume des Kaffees (Erythrina oder Dadapbäume) ersetzt worden sind. Die Mannigfaltigkeit der Familien, denen diese Bäume angehören, ist, wie in der Ebene, so auch hier eine ausserordentlich grosse; die Palmen treten zurück, dagegen mischen sich Eichen ein und bilden mit den auch hier noch herrschenden wilden Muskatnussarten einen seltsamen Contrast. Wohl in Verbindung mit der für diese Gegenden abnorm starken Trockenheit des Jahres entwickeln die Kaffeebäume einen Blüthenflor, wie ich es noch nie gesehen, und in den Reisdistricten des Gebirges herrscht jetzt ein besonders reges Leben, da, wie erwähnt, im Westen die Regenzeit eingesetzt hatte und auch an der Nordostseite des Gebirges jeden Tag erwartet wurde. Für uns freilich ist dies mit dem Nachtheil verbunden, dass Kulis schwer zu erlangen sind, da jetzt alle Hände zu thun haben, um die Dämme der Reisfelder zu revidiren, damit die Felder gleich beim ersten Regen unter Wasser gesetzt werden können. Gehen die Reisfelder an begünstigten Stellen bis 3500′ Höhe, die Kaffeegärten und das an Stelle früherer Pflanzungen auftretende Wald- und Savannengebüsch gar bis 5000′, so beginnt von dieser Höhe an der ununterbrochene Urwald. Liess sich der Ebenenwald im Allgemeinen scharf abtrennen, so geht der untere Bergwald der Kaffeezone allmählich in den mittleren und oberen Bergwald über. Zwar treten andere Arten auf, aber zu denselben tropischen Familien gehörig; die Muskatsorten verschwinden, dafür treten Bäume aus der Familie der Magnolien, Cinnamomum und andere Gattungen der Lorbeergewächse, werthvolle Dammarbäume u. s. w. auf; der Boden ist bedeckt mit Begonien, einer reizenden rothgelben Impatiens, kleineren Urticaceen und Ingwergewächsen; als Unterholz sind Acanthaceen, Rubiaceen, Araliaceen vorherrschend, an den Stämmen herauf klimmend finden wir Pfeffergewächse und Kletterpandanus, selbst Rottang findet sich noch in dieser Höhe, epiphytisch wachsen Feigenarten, Fagraeen, Peperomia, Orchideen und viele mehr, alles malayische Gattungen[1]). Eine Reihe

1) Nur eine kletternde Scaevolaart erinnert an Australien, doch ist die kleine Section Enantiophyllum, wozu die Art gehört, ausschliesslich ostmalayisch und papuanisch, und kommt nicht in Australien vor.



Formen des Monsungebietes scheint hier ihre östlichste Grenze zu finden [1]), so die Ahorngewächse mit der Gattung Acer, die zur Wallnussfamilie gehörende Gattung Engelhardtia, die Hollundergewächse, die anatomisch so interessante Gattung Phytocrene, aus riesigen Lianen bestehend. Im oberen Bergwald treten dann namentlich Coniferen und Gewächse aus der Familie der Myrthe und des Thees hinzu. Während die bisher besprochenen Gebiete sich von den javanischen Gebirgen wenig unterscheiden, obgleich ein ausserordentlich grosser Endemismus der Arten herrscht, so verdient der Gipfelwald unsere besondere Aufmerksamkeit, da einerseits zurückgedrängte Arten am ehesten in den höheren Bergen eine Zuflucht finden, andererseits das kältere und, da oberhalb der Wolken liegend, auch trocknere Klima für australische Reste ganz besonders geeignet zu sein scheint. Um so auffallender ist es, dass trotz aufmerksamen Suchens sich unter 40 Arten dieser sogenannten alpinen, in Wirklichkeit unserer gemässigten Zone entsprechenden Flora nur 2 direct nach Australien hinweisende leicht verbreitungsfähige Arten befanden, beide zu Gattungen gehörig, die auch im westmalayischen Archipel auf den Bergspitzen und an der Küste in einzelnen Arten verbreitet sind [2]). Gerade diejenigen Florenbestandtheile des Berggipfels, die für leichte Verbreitung nicht so gut ausgerüstet sind, sind streng südasiatisch, ganz besonders eine dicht rothgelb behaarte neue Eichenart, zur Gattung Pasania gehörig, die als Strauch den Hauptbestandtheil des Gipfelwaldes bildet, in tieferen Lagen des Berges dagegen als höherer Baum auftritt, und eine tropische Conifere, eine strauchige Podocarpus, die, wie bei uns das Knieholz der Gebirge, manchmal fast am Boden hinkriecht, ja selbst kleinere Baumfarne [3]). Die Hauptmenge der Arten hingegen hat ihre nächsten Verwandten in der nördlichen gemässigten Zone, dem Himalaya, sowie auf den Berggipfeln des tropischen Asiens, z. B. Brombeergewächse, Enzian, Knöterich, Ranunkeln, Ericaceen, Hypericum, Cruciferen, Potentillen, Compositen. Wir haben hier also eine wunderbare Mischung der verschiedensten Florengebiete; ein Eichbaum von einem Baumfarn beschattet, ein Ericaceenstrauch über eine tropische Conifere hinausragend, während daran eine Pfefferliane emporklettert, Torfmoose unter australischen Myrthengewächsen, eine bunte Mannigfaltigkeit von seltsamen Formen, wie sie die Berge Javas nicht in gleicher Fülle bieten, ein Beweis ausserordentlichen Alters und langer Isolirtheit, die es einer Reihe von tiefer wachsenden Bergformen ermöglichte, sich diesen extremen Temperaturverhältnissen langsam anzupassen und neue Arten zu

1) Bisher hielt man dieselben nur für westmalayisch, was also hierdurch widerlegt wird.

2) Styphelia, eine Epacridee, und Leptospermum, eine Myrtacee.

3) Daneben noch Ternstroemiaceen, Elaeocarpus, Loranthaceen, eine Piperart, Lauraceen u. s. w.

bilden, ohne dass diese Entwicklung in übergrosser Einwanderung aus anderen alpinen Gebieten eine allzu starke Concurrenz fand; dagegen ist das Gebirge nicht so abgeschlossen, dass nicht verbreitungsfähige kleinsamige Pflanzen eingeführt werden konnten. Die australischen Elemente sind hier wie auch in den tieferen Wäldern ganz auffallend gering vertreten; selbst nach der einfachen geographischen Distanz sollte man schon mehr Vertreter jenes grossen und formenreichen Gebietes erwarten.

Nach den zoologischen Untersuchungen von Wallace besteht eine alte Trennung zwischen Celebes und den westmalayischen Landen; dass die Unterschiede bei niederen Thieren weniger deutlich sind, beruht nach ihm darauf, dass diese wie auch die Pflanzen leichter über das Meer wandern als die höheren Thiere. Dies letztere Factum selbst ist im Allgemeinen wohl richtig, obgleich immer nur für biologisch bestimmte Pflanzengenossenschaften gültig; gerade aber für die echten tropischen Waldbäume, namentlich für diejenigen, welche die Berge bewohnen, mehren sich die Beweise, dass eine glückliche Wanderung über eine irgendwie bedeutendere Meeresstrecke eine seltene Ausnahme ist; fast immer folgen ihre Verbreitungsrichtungen grossen geologisch vorgezeichneten Linien, und fast alle Schlüsse, die Wallace aus der Thierverbreitung zieht, werden auch durch die Pflanzengeographie bestätigt. Sollten wir gerade bei Celebes vor einer Ausnahme stehen? — Setzen wir den Fall, die Monsunflora wäre durch unzählige günstige Zufälle in dem Reichthum, wie sie factisch Celebes bewohnt, über das Meer herübergewandert, wieso konnte sie die ursprüngliche australische Flora derart verdrängen, dass kaum einzelne Spuren mehr übrig sind? Wir sehen im Gegentheil sonst, dass, wo keine allzu grossen klimatischen Aenderungen im Spiel sind, sich die Reste früherer Zeiten noch zahlreich erhalten, so in Ostasien und in Nordamerika. Hat hier in Celebes aber vielleicht in der That eine klimatische Aenderung stattgefunden, war das Klima vielleicht wirklich früher demjenigen Australiens ähnlich, und sind erst beim Eintritt stärkeren Regenfalles die Monsuntypen eingewandert und haben die australische Flora völlig ausgerottet? Dagegen spricht eine Reihe der allergewichtigsten Gründe; wir wissen, wie zäh die Savannen selbst in unmittelbarer Nähe des Waldes, und namentlich die Eucalyptus-Savannen, sich sogar in sehr feuchtem Klima gegen die Bewaldung sträuben, da haben einzelne zufällig von weither dorthin verschlagene Samen der Monsunflora gewiss wenig Chance. Andererseits sehen wir in Australien, wie anpassungsfähig die australische Flora ist, wie sie selbst in feuchten Gegenden an humusarmen Stellen bis zur Gegenwart das Uebergewicht bewahrt gegenüber der Monsungebietsflora, die den Nordweststrand von Queensland bedeckt; warum sollten wir das Gegentheil in Celebes annehmen, warum konnten sich denn nicht hier ebensogut wenigstens einige Formen in den trockneren Gegenden, an den steilen Wänden der Berge,

in den ausgedehnten Kalkdistricten oder in den Hochgebirgen erhalten? Auch die lebenden Thierreliquien in Celebes, der pavianartige Affe, die Antilopenkuh sprechen nicht gerade für australische Flora. Die Menge endemischer Pflanzenarten weist ferner auf ein recht hohes Alter der Einwanderung hin; warum wurden, wenn die Pflanzen wirklich so gut über das Meer wandern, denn diese nicht wieder verdrängt durch die doch noch besser angepassten neueren Nachschübe von Westen? Aber gerade diejenigen Typen der jetzt in Celebes herrschenden Monsungebietsflora, die wir nach ihrer Verbreitung als die ältesten ansehen müssen, sprechen am deutlichsten; so die Dammarabäume, die bis nach Neu-Seeland reichen, die Becherpflanzen, die von Madagascar bis nach Neu-Caledonien verbreitet sind, die so weit zerstreute, von Japan bis nach Neu-Seeland reichende, ja selbst in Amerika auftretende Gattung Podocarpus, sie alle deuten auf ein relativ feuchtes Klima, wie es noch augenblicklich im Allgemeinen im Monsungebiet herrscht. Bestand aber ein dem jetzigen ähnliches Klima schon seit langer Zeit, so ist noch die Möglichkeit zu erwägen, dass Celebes früher, wenn auch keine australische, so doch sonst eine andere später verdrängte Flora beherbergte. Wir besitzen aber absolut keine Möglichkeit, uns eine solche vorzustellen, da, wenn man von der typisch australischen Flora absieht, alle benachbarten Gegenden, von Neu-Guinea bis Fidji und Queensland, mit einem zur Monsungebietsflora gehörigen Walde bedeckt sind, der in etwas modificirter, namentlich der Trockenheit angepasster Form bis in die Scrubs von Neu-Süd-Wales und nach Neu-Caledonien hin ausstrahlt, um sich schliesslich in der Nordinsel von Neu-Seeland zu verlieren. Wäre also die jetzige Flora von Celebes neueren Datums, etwa den Säugethieren West-Malesiens entsprechend, so müssten wir das Gleiche annehmen für diese ganzen Gebiete; während also die Thiere schon vor Lombok und Celebes auf unüberwindliche Hindernisse stiessen, müssten wir annehmen, dass die Pflanzen alle diese mannigfaltigen Widerstände, die sie auf dem Wege bis nach Neu-Seeland fanden, in ganz erstaunlich schneller Zeit überwinden, die ursprüngliche Flora ausrotten und sich selbst noch mannigfach sogar in endemische Gattungen differenziren konnten, während sie wunderbarer Weise die theilweise ebenso nahe gelegenen rein oceanischen Inseln fast vollkommen vernachlässigten. Alle diese Thatsachen, der grosse Endemismus, der Gegensatz zu den rein oceanischen Inseln, die Geringfügigkeit neuerer Einwanderung von Nordwesten, erklären sich dagegen sehr leicht, wenn wir annehmen, dass diese Monsunflorenbestandtheile auf dem Landwege oder als wenigstens die trennenden Meeresstrassen ausserordentlich schmal waren, herübergekommen seien, und zwar muss diese allgemeine Wanderung wegen der Herausbildung so vieler endemischer Gattungen schon vor ganz ausserordentlich langer Zeit begonnen haben, und muss, namentlich in den östlicheren Theilen, in

Melanesien und Australien, auch schon seit sehr langer Zeit unterbrochen worden sein, wegen des Endemismus der typischen Waldflora. Da aber die Gegend von Celebes bei dieser Wanderung von Nordwest nach Südost zu allererst passirt werden musste, so muss diese Insel also schon ganz ausserordentlich früh von der Monsunflora besetzt worden sein, jedenfalls lange bevor die Wallace'sche Linie als thierscheidende Grenze bestand. Manches Neue wird seitdem vielleicht durch Wanderung über grössere Seestrecken hinzugekommen sein, das Gesammtbild ward dadurch nicht verändert. Ich habe kürzlich aus meinen von Neu-Guinea mitgebrachten Sammlungen, sowie dem sonst vorliegenden Material den Beweis zu führen versucht, dass das papuanische Gebiet (worunter ich Neu-Guinea, den Bismarckarchipel, die Aru- und Key-Inseln zusammenfasse) durch eine weit längere Zeit von Australien als vom malayischen Archipel getrennt gewesen ist, und auch zugleich darin den Beweis geliefert, dass die Trennung durch einen schmalen Meeresarm wie die Torresstrasse auch in Bezug auf die Pflanzenwelt eine ungemein scharfe Scheidung verursacht. Ferner wurde dabei die Möglichkeit erörtert, dass die Molukken in Bezug auf Pflanzenaustausch in jüngerer Zeit als eine Art Ventil aufgefasst werden können; solche partiellen oder kurze Zeit dauernden totalen Landverbindungen mögen möglicherweise auch zwischen Ost- und West-Malesien (auch vielleicht indirect durch die Molukken oder kleinen Sunda-Inseln) noch später stattgefunden haben. Für unsere Frage sind dies nebensächliche Punkte; die Hauptsache ist, dass die Monsungebietsflora schon in Celebes herrschte, bevor die Trennungslinie in ihrer Schärfe entstanden war. Natürlich konnten auf demselben Wege, wie damals in langsamer Folge die tropischen Elemente nach Australien kamen, auch australische Formen zurückwandern, so wird das Vorkommen der Cajeputbäume und Casuarinen im malayischen Archipel, der Eucalyptus auf Timor, der kletternden Scaevola auf Celebes, Neu-Guinea und den Molukken verständlich; man muss sich eher wundern, dass nicht mehr australische Formen sich in die Monsungebietsflora gemischt haben, doch wird auch dies durch Berücksichtigung klimatischer und anderer Verhältnisse erklärlich.

Wir haben uns demnach vorzustellen, dass die südasiatische Flora, die, wie wir gesehen, selbst in ihre südöstlichen Ausläufer schon seit so langer Zeit eingewandert ist, überhaupt schon seit ungemein langen Perioden in ihren Hauptzügen dort geherrscht habe, wo sie sich noch jetzt befindet. Aber noch weiter; die fossilen Denkmäler aus vergangenen Perioden bis zur Kreidezeit hin, die Verwandtschaft der Tropenflora beider Hemisphären, einige Ueberbleibsel, die sich noch lebend in gemässigten Strecken erhalten haben, sind vollgültige Beweise dafür, dass der Typus der jetzigen Monsungebietsflora ehemals eine viel weitere Ausdehnung besessen hat, wenn natürlich auch in einer überaus reichen

inneren Gliederung, wovon die jetzige innere Gliederung der Monsungebietsflora in den verschiedenen Theilen Südasiens nur einen schwachen Abglanz zu geben vermag. Ein allgemeines entwicklungsgeschichtliches Gesetz ist das der Proportionalität zwischen der Grösse des Areals und der Schnelligkeit der Differenzirung der Sippen, oder um ein Beispiel anzuführen: in grossen Landmassen entwickeln sich im Allgemeinen (ceteris paribus) leichter neue Arten, Gattungen u. s. w. als auf kleinen Inseln; daraus lässt sich ableiten, dass, je näher wir den grossen Entwicklungscentren, d. h. in unserem Falle dem asiatischen Continente, sind, desto reicher und mannigfaltiger an Formen, aber auch desto gleichförmiger in der Hauptzusammensetzung ist die Flora; je weiter wir uns davon entfernen, desto ärmer wird die Flora an feinen Differenzirungen, aber desto grösser wird die Zahl der aus früheren Zeiten erhalten gebliebenen Formen. Dies wird in den südöstlichen Ausläufern des Monsungebietes, also in der Inselkette, die sich von Malakka bis nach Neu-Caledonien, Nordaustralien und Neu-Seeland hin erstreckt, durch die Flora in vollem Maasse bestätigt, namentlich durch die Verbreitung der Cycadeen und Coniferen [1]), der zwei ältesten Gruppen der Phanerogamen, ferner durch die Palmen [2]), gleichfalls schon während der Kreide in Europa nachgewiesen. Bei der viel grösseren Abhängigkeit vom Klima führt der Kampf ums Dasein in der Pflanzenwelt nicht so absolut zur Ausrottung des Schwächeren wie bei den höheren Thieren, wenn nicht elementare Gewalten, wie klimatische Aenderungen oder das Feuer und die Axt des Menschen hinzukommen; also auch ohne Isolirung werden sich alterthümliche Typen erhalten, wenn auch diese Bewahrung vor dem Untergange, sowie die ruhige Entwicklung localer endemischer Sippen in hohem Maasse durch die Isolirung begünstigt wird. Also kommen wir zu dem Schluss, dass, wenn auch keine Meeresarme die verschiedenen Theile der südöstlichen Spitze des Monsungebietes getrennt hätten, der Gesammtcharakter der Flora daselbst doch im grossen Ganzen jetzt derselbe wäre, weil er sich schon vor der Trennung herausgebildet haben muss. So wichtig die Wallace'sche Linie, die Molukkenlinie, und nament-

1) Wir haben die Cycadeen und Coniferen der südostasiatischen Inselkette oben absichtlich stillschweigend als alte Bestandtheile der Monsungebietsflora aufgefasst, wegen der weiten Verbreitung in derselben; immerhin ist es möglich, dass dieselben zusammen mit den Farnen früher einmal ausschiiesslich diese Gebiete besetzt hatten, in welchem Falle man sie also ebenso gut als Vorläufer der Monsungebietsflora betrachten kann; darüber können nur paläontologische Funde aufklären.

2) Wenn von den Palmen einige wenige Gattungen nur in den südöstlichen Ausläufern des Monsungebietes auftreten, so beweist dies an und für sich durchaus noch nicht, dass sie sich nur durch Abschliessung durch das Meer (Wallace'sche Linie) haben herausbilden resp. erhalten können; locale Entwicklungs- und Erhaltungscentren giebt es auch in ausgestreckten zusammenhängenden Gebieten, namentlich ausgeprägt in den entlegenen Ausläufern derselben.



lich die Torresstrasse zum Verständniss der Florenausbildung im Speciellen auch ist, der Gesammtcharakter wurde durch die Trennung nicht geändert; der grösste Theil der jetzigen Flora wird schon vor der Trennung herübergewandert, muss deshalb auch schon in West-Malesien und Hinterindien verbreitet gewesen sein, bevor das Rhinoceros die Bergwälder Javas durchstreifte und der Tiger im Djungle von Hinterindien hauste, jedenfalls also schon lange vor der Miocenzeit. Die Monsungebietsflora ist in ihren grossen Zügen demnach nicht der jetzigen Säugethierfauna Südasiens parallel zu stellen, sondern mit grösserem Rechte der Beutelthierfauna des australischen Gebietes. Während aber die Beutelthiere, die in der mesozoischen Periode gleichfalls eine überaus weite Verbreitung besessen haben müssen, bis auf kleine Reste in Amerika und Australien nebst den benachbarten Inseln ausgerottet worden sind, hat sich unsere alttropische Flora im Allgemeinen bis an die grossen klimatischen Barrieren des Himalaya und der chinesischen Grenzgebirge erhalten. Ja, im maritimen Klima Ost-Chinas reicht sie noch ein Stück nordwärts; der allersüdlichste Theil Chinas und, wie ich aus eigenen Erfahrungen hinzufügen kann, Süd-Formosa ist mit der Tropenflora bekleidet. Dann aber folgt ein Uebergangsgebiet, das der mittleren Bergflora des Wawo-Karaëng und der anderen malayischen Berge ähnlich ist, ausserordentlich breit im Osten, von Süd-Formosa über die Liukiu-Inseln bis nach Süd-Japan reichend, die Insel Kiuschiu sowie die tieferen Regionen der Hauptinsel mit einschliessend; südlich von Shanghai berührt diese Zone die chinesische Küste und schneidet so ein südöstliches Dreieck aus China heraus, am Himalaya sich zu einer ganz schmalen Zone der südlichen Vorberge verschmälernd und bei Simla auslaufend, wo wir sie schon in den schattigen Schluchten als schmale Bergwaldungen kennen gelernt haben. Die typischen Florenbestandtheile dieser Zone sind grossentheils nur Modificationen der jetzigen Tropenflora.[1])

Auch in diesem Uebergangsgebiet harrt eine Anzahl pflanzengeschichtlich wichtiger Fragen der Erledigung, namentlich in Bezug auf die Wirkung einer früheren Eiszeit oder Abkühlungsperiode, und wenn ich meine Reise nordöstlich bis zu den Liukiu- und Bonin-Inseln ausdehnte, wenn ich Formosa und Süd-Korea durchzog, so geschah es eben im Hinblick auf diese Fragen. Gerade auf diesem Gebiet ist Autopsie von nicht zu unterschätzender Wichtigkeit zur Erlangung eines richtigen Urtheils über die Factoren, die in Betracht kommen; es bewahrt vor einseitigen Auffassungen, Ueberschätzung und Vernachlässigung wichtiger Elemente, was

1) Will man trotzdem, und obgleich nur eine sehr geringe Anzahl Gattungen dieser Flora in Ostasien endemisch ist, ein eigenes ostasiatisches Florenreich festhalten, so muss man die Grenzen ziehen, wie wir sie skizzirten, darf aber nicht den einzelnen Resten dieser Flora bis in ihre äussersten Verbreitungsgrenzen nach Sacchalin und in das Amurgebiet folgen.



ja beim Studium von Herbarien und Reisebeschreibungen kaum zu vermeiden ist. Namentlich die botanischen Reisebeschreibungen bringen trotz grosser Gründlichkeit in der Schilderung der floristischen Elemente doch nur äusserst selten ein von weiteren Auffassungen getragenes und dennoch detaillirtes Gesammtbild, eine Folge der langen Herrschaft der analytischen Methoden in der Botanik. Erst die Entwicklungsgeschichte gab der Verbreitungslehre der Pflanzen einen tieferen Gehalt, und so viel auch noch fehlt, bis wir wissen, wann und wo die einzelnen Sippen sich entwickelt haben und wie sie gewandert sind, bis wir die Zeit angeben können, wann ungefähr die Becherpflanzen nach Madagascar, und den Weg, auf welchem die Eiche nach Kaiser-Wilhelms-Land gelangt ist, die Grundlagen sind jedenfalls sicher, und je grösser, namentlich durch Hülfe der Paläontologie, die Zahl der festen Positionen wird, die als Stützpunkte dienen können, um so schneller und sicherer wird auch die Ausarbeitung in Zukunft vorwärts schreiten.

Aber auch hierdurch wird unser Causalitätsbedürfniss noch nicht vollkommen befriedigt. Wir wollen nicht nur wissen, auf welchem Wege das jetzige Pflanzenkleid der Erde zu Stande kam, sondern auch, warum es so zu Stande kommen konnte und musste. Vor unseren Augen hat sich in erstaunlicher Schnelligkeit aus der Pflanzen-Anatomie, -Morphologie und -Physiologie heraus eine neue Wissenschaft entwickelt, die Pflanzenbiologie, die Lehre der Lebenserscheinungen, der Beziehungen der Organisation zur Aussenwelt, eine Wissenschaft, die, namentlich durch ihren morphologischen und phylogenetischen Theil, im Begriffe steht, den früher so schroffen Gegensatz zwischen Systematik und den anderen Theilen der Botanik zu überbrücken. Wenn nun die Resultate dieser Pflanzenbiologie auch schon unmittelbar der Pflanzengeographie zu Gute kommen, und man schon jetzt die befruchtende Wirkung der Biologie zu spüren beginnt, so hat die Pflanzengeographie als solche daneben doch noch ein ihr ganz eigenes Feld zu bearbeiten, nämlich die Biologie der Pflanzengemeinschaft, die Beziehungen der Pflanzengemeinschaft zur Aussenwelt. Ein Urwald, eine Savanne, ein Scrub, ja selbst eine Alpenmatte sind keine zusammengewürfelten Pflanzenversammlungen, sondern ganz bestimmte, mehr oder minder stabile, an einander abgetönte biologisch-symbiotische Pflanzenassociationen, die ihre eigenen Vertheidigungsmittel und Verbreitungsbedingungen, ihre eigenen Entwicklungsgesetze, dieselbe Vergangenheit und eine gemeinsame Zukunft haben, deren Theile durch und für einander leben, und allein ohne künstliche Pflege ebenso verkümmern müssen, wie eine Biene ausserhalb ihres Schwarmes oder ein Mensch aus der menschlichen Gemeinschaft herausgerissen; in diesem Sinne sind es also Pflanzenstaaten oder Pflanzenvölker. Wie es nun das wichtigste und höchste Ziel der Ethnologie ist, die natürliche Entwicklung der Völkerschaften kennen zu lernen, nicht nur ihre äussere Ge-

schichte, sondern den inneren naturgemässen Gang ihrer Entwicklung selbst, ebenso ist es die höchste Aufgabe der Pflanzengeographie, die natürliche Entwicklung und das innere Wesen dieser Pflanzengemeinschaften zu studiren.

Wenn wir nun unser südasiatisches Florengebiet unter diesem Gesichtspunkte als eine grosse, aus tausend kleinen Einheiten zusammengesetzte Pflanzengenossenschaft betrachten, so kommt uns unwillkürlich eine Parallele in den Sinn, die, wenn sie auch weiter nichts ist als eine Analogie, doch werth ist, ins Auge gefasst zu werden. Hinterindien und der malayische Archipel sind bewohnt von der grossen ethnologischen Völkergruppe der malayischen Stämme, die, wenn man die Polynesier dazu rechnet, von Neu-Seeland nach Madagascar, und andererseits im Norden bis nach Süd-China und Formosa reichen, vielleicht sind auch in den Singalesen und Japanern gleichfalls malayische Beimischungen enthalten; ferner finden sich hier und da zerstreut die Reste dunkelfarbiger Urrassen, die nur in Neu-Guinea und Australien und, vielleicht etwas vermischt, in den kleineren melanesischen Inseln noch eine compacte Bevölkerung bilden. Würden wir also die malayischen Stämme der grossen alttropischen Flora Südasiens im Allgemeinen vergleichen, so würden die schwarzen Stämme den vielfachen zersprengten Florenresten früherer Zeiten entsprechen, die ja, wie die Coniferen zeigen, auch gerade besonders in den abgelegenen malayischen und melanesischen Inseln eine Zuflucht gefunden haben. Wie an den nordischen Grenzen Südasiens grosse ausbreitungsfähige Pflanzengemeinschaften stehen, hauptsächlich repräsentirt durch unsere Waldbäume, die sich im Osten schon unter die Tropenflora Chinas gemischt haben, im Westen schon nach Indien hineindringen, wie sie schon quasi als Vorpostenketten Kiefernwälder nach Sumatra, in die Philippinen und in die tieferen Gegenden des Himalaya gesandt haben, so haben sich auch nordische Volksstämme in Vorderindien angesiedelt und die Urrassen unterworfen, so haben sich die Chinesen mit den Malayen Süd-Chinas und Formosas vermischt, und dringen jetzt unaufhaltsam nach Hinterindien vor. Was also seit der Kreidezeit in langsamem Zuge von den Florenreichen vollendet wurde, also, um bei der Analogie zu bleiben, von einer grossen Gruppe von Pflanzenstaaten (in biologischem Sinne), von unzähligen Sippen oder Pflanzenstämmen (in phylogenetischem Sinne), das hat sich vor relativ kurzer Zeit beim Menschen, den Varietäten einer einzigen Species, vielmal schneller, aber in gleicher Richtung, wiederholt. Ist nun diese Wiederholung ein reiner Zufall, oder giebt es eine naturgemässe Erklärung dafür? Gerade der Naturmensch hat als Individuum in seiner Verbreitungsfähigkeit vielfache Aehnlichkeit mit der Pflanze als Species. Kleinere Meeresstrassen überwindet er relativ leicht, grössere nur durch Zufall, er wandert, er schützt sich, er leistet Widerstand, er erobert nicht einzeln,

sondern als Stamm oder Volk, er entwickelt sich in und durch die Genossenschaft, er vermag sich als Einzelner in eine fremde Gemeinschaft hineinzuleben, oder als Volk Einzelne sich zu assimiliren; verschiedene Stämme wirken nicht immer vernichtend auf einander, sondern vermengen sich häufig, oder sie leben bei einander, sei es, dass ein labiles Gleichgewicht, sei es, dass ein symbiotisches Verhältniss entsteht. Der Naturmensch ist als Individuum fast so abhängig vom Klima wie die einzelne Pflanzenart, besitzt aber als Species eine ganz ausserordentliche Anpassungsfähigkeit, vergleichbar den Pflanzen in ihrer Gesammtheit. Man könnte diese Parallele leicht noch weiter ausführen, doch mag es genügen, einige Momente der Aehnlichkeit kurz erwähnt zu haben, die in Verbindung mit der bekannten Gleichartigkeit der Differenzirungs- und Entwicklungsgesetze aller Organismen, und ferner mit der relativen Stabilität der Erdoberfläche während der in Frage kommenden Perioden dieses höchst seltsame Resultat herbeigeführt haben.

Wenn es erlaubt ist, einen Blick in die Zukunft zu werfen, so wird uns klar, dass diese Analogie bald genug verschwinden wird; seitdem Europäer in den Molukken gelandet sind, ist ein ganz fremdes Element hinzugekommen, nämlich die moderne Cultur; anfangs nur langsam, dringt sie in immer beschleunigterem Schritte vor, Völker ausrottend, vermischend und umgestaltend, die natürliche Entwicklung der ethnologischen Verhältnisse vollkommen abbrechend. Wird denn die Pflanzenwelt Südasiens ihren natürlichen Gang weiter wandern, werden die uralten Geschlechter der nordischen Nadelhölzer und Kätzchenträger, die blattabwerfenden Eichen, Pappeln, Birken, Buchen, die Kiefern, Lärchen und Tannen wirklich von ihren Gebirgswarten herabsteigen, wie eine Völkerwanderung in die tropische Ebene hereinbrechend, wenn mit zunehmender Abkühlung der Erde die klimatisch günstige Zeit gekommen sein wird, werden sie wirklich dann dazu gelangen, die wunderbar reiche, mannigfaltige tropische Flora auch aus ihren letzten Refugien zu verdrängen, wie sie es früher wohl bei uns gethan haben mögen, bis auf wenige Reste, die sich vielleicht im papuanischen Gebiet und an entlegenen Stellen erhalten und den neuen Klimaten angepasst haben werden? Sollen wirklich unsere Waldbäume, diese abgehärteten kraftvollen, aber organisch recht tief stehenden, meist nicht einmal zur Insectenbefruchtung übergegangenen Reste der ältesten Stämme der Dicotyledonen, über die fein abgestuften, hochorganisirten, zum Theil grossartig differenzirten Bäume der Tropen aus den Familien der Schmetterlingsblüthler, Myrtaceen und Rubiaceen triumphiren? Ich glaube, dieser Kampf wird der Erde erspart bleiben; der grösste Theil des Waldes beider Florenreiche wird schon in naher Zeit dem Feuer und der Axt des Menschen zum Opfer gefallen sein, und der geringe Rest wird in Reserven, Nationalparks, geschonten Wäldern und Gärten nur ein künstliches Dasein weiter führen. Schon jetzt, wo

wir erst im Beginne der modernen rapiden expansiven Culturentwicklung stehen, sind die Wälder des tropischen Südasiens meist nur noch Trümmer im Vergleich zu ihrem früheren Glanze, in China ist schon fast das ebengezeichnete Zukunftsideal erreicht, der australische Cedrelenwald, jenes pflanzengeographisch so wichtige Randgebiet von Queensland, wird in wenigen Jahren eine Mythe sein, auf den kleineren polynesischen Inseln ist durch die Brände schon ein grosser Theil des Waldes verwüstet, ebenso in Burma und in Vorderindien, fortgesetzt fallen dem Theepflanzer auf Ceylon neue Strecken Urwaldes zum Opfer, in Java ist es schwer, überhaupt noch einen Begriff davon zu erhalten, wie ein ursprünglicher Ebenenwald eigentlich aussieht.

Schon vor Jahren ertönte von ethnologischer Seite der dringende Mahnruf, jetzt, bevor es für immer zu spät sei, die sogenannten Naturvölker zu studiren, und der Wissenschaft an Material zu retten, was noch möglich sei. Die Botanik muss in diesen Ruf einstimmen; auch sie ist in Gefahr, wichtige Hülfsmittel zur Entzifferung der räthselhaften Urgeschichte unserer Pflanzenwelt auf ewig einzubüssen; geht auch die Vernichtung der Wälder nicht ganz so schnell vor sich wie die der Naturvölker, so ist dafür andererseits die Menge des zu sammelnden Stoffes eine um so grössere. Wie selbst die Resultate der Gazellen- und Challengerexpedition gezeigt haben, genügt es nicht mehr, auf grösseren, andere Ziele verfolgenden Expeditionen auch botanisch sammeln zu lassen, denn die Erfolge können dabei nur geringe sein. Man muss ins Innere der Länder dringen können, man muss die Gebirgswälder aufsuchen und in den tiefen Waldschluchten das Leben der Pflanzengemeinschaften studiren, denn nahe der Küste ist die ursprüngliche Flora fast stets schon vollkommen vernichtet.[1]) Die fort und fort besser werdenden Verbindungen erleichtern das Hinsenden von Sammlern und den Besuch durch Gelehrte. Versuchen wir auch für unsere Wissenschaft daraus den Nutzen zu ziehen, den wir können, damit nicht die Nachwelt uns den herben, dann aber berechtigten Vorwurf zu machen braucht: unser Geschlecht habe seine Pflicht, die Kunde einer schwindenden Zeit zu sammeln und herüberzuretten, nicht verstanden; Gelegenheit und Kräfte genug gab es, die Runen der Pflanzengeschichte zu entziffern, aber es fehlte das Verständniss für die Nothwendigkeit, und so ging die Runenschrift verloren.

1) Ich selbst konnte bei einem nur 3monatlichen Aufenthalt im papuanischen Gebiet aus obigen Gründen 4mal so viel Novitäten sammeln, wie die Gazellenexpedition auf ihrer ganzen Reise; dies nur als ein Beispiel; noch viel ungünstiger muss sich natürlich das Resultat von Küstenreisen stellen, wenn man pflanzenbiologische Ziele im Auge hat. Nur für die insularen Floren abgelegener Gegenden sind solche Reisen von grosser Bedeutung.



IX.

Die Kinderheilstätte „Seehospiz Kaiserin Friedrich" in Norderney

von

Chr. D. Rode.

Meine Herren! Es ist ja ein Naturgesetz, dass im Kampfe um das Dasein der stärkere Theil obsiegt, der schwächere, weniger lebensfähige Theil unterliegt und vernichtet wird. Dass dieser Process der Ausscheidung beschleunigt wird bei elementaren Vorgängen, wie es der Krieg ist mit seiner wuchtigen, welterschütternden Wirkung, das ist klar, und von diesem Gedanken geleitet, mag der Professor Leo in Halle im Juni 1853, zu einer Zeit, wo das sociale und politische Leben stagnirte und man eine Erlösung von der europäischen Völkerfäulniss herbeisehnte, jenen eigenthümlichen, fast rigorösen Ausspruch gethan haben: „Gott schenke uns einen frischen, fröhlichen Krieg, der Europa durchtobt, die Bevölkerung lichtet und das scrophulöse Gesindel zertritt, das jetzt den Raum eng macht!"

Nun, einen frischen, fröhlichen, dazu einen ruhm- und siegreichen Krieg haben wir gehabt; aber es ist anders gekommen, — das scrophulöse Gesindel ist nicht zertreten worden, sondern man hat sich seiner angenommen, man hat ihm Hülfe und Rettung geboten.

Es ist bezeichnend, dass man von dem Kriege eine Lösung der socialen Frage erwartete, — denn anders ist der Ausspruch von der Vernichtung des scrophulösen Gesindels, sagen wir des scrophulösen Elendes — nicht aufzufassen. Die Scrophulose, diese weitverbreitetste und unheilvollste aller Volkskrankheiten kennzeichnet mit einem Worte das sociale Elend, und zwar das unverschuldete, welches Ursache zugleich und Folge socialer Missstände ist, wie sie unser modernes Culturleben hervorgebracht. Der Krieg, so hoffte man, sollte diese Missstände beseitigen, sollte die sociale Kluft, welche die Besitzenden und Besitzlosen trennt, überbrücken, sollte das scrophulöse Elend zertreten. Indirect hat er es auch gethan. Als sich seine Wogen gelegt, als durch ihn die deutschen Stämme geeinigt, da

ging man an die Arbeit des Friedens und suchte durch Humanitätsbestrebungen aller Art dem socialen Elend zu steuern. Zu den schönsten Früchten, die der letzte Krieg gezeitigt, gehören die von dem neu entfachten Nationalgeist angeregten Bestrebungen um das Wohl des Volkes, gehört die ganz besondere Anerkennung jener alten Satzung: suprema lex salus populi esto! Diese suprema lex, von unsern Fürsten und von der deutschen Nation in gleicher Weise gewürdigt und zur Geltung gebracht, ist es gewesen, die theils auf gesetzgeberischem Wege, theils durch private Bestrebungen jene Fürsorge um das Volkswohl geschaffen hat, welche sich in dem Krankenkassen- und Unfallsversicherungsgesetz, in der Alters- und Invalidenversorgung, in der Sorge für Volkshygieine, in den Gründungen von Asylen für Genesende, für Wöchnerinnen, für Schwindsüchtige, von Ferienkolonien und Kinderheilstätten in grossartiger Weise kundgegeben hat.

Sind dies nicht alles herrliche Zeichen einer um das Volkswohl bekümmerten werkthätigen Liebe und Barmherzigkeit? nicht die Spuren eines Geistes wahrer Humanität, der mehr und mehr unsere nationale Arbeit durchdringt, der da Segen spendend einherschreitet, das scrophulöse Elend zertritt und die rettende Hand ausstreckt?

Von diesem Geiste beseelt waren die Männer, welche unter Führung des Marburger Professors Beneke im April 1881 den Verein für Kinderheilstätten an den deutschen Seeküsten gründeten. — Professor Beneke starb im Herst 1882, als er endlich sein schönes Ziel, die Erbauung eines grossen nationalen Seehospizes in Norderney zu erreichen im Begriffe war. — Der Zweck des von ihm gegründeten Vereines ist die Errichtung von Heilstätten an den deutschen Seeküsten, in in denen schwachen und kranken, besonders scrophulösen Kindern gegen Zahlung eines geringen Pflegegeldes, unter Umständen auch unentgeltlich, Wohnung, Beköstigung, erziehliche Obhut und Leitung, sowie ärztliche Behandlung gewährt wird. — Ausser dem auf Norderney befindlichen Hospiz besitzt der Verein solche im kleinerem Maassstabe auf der Insel Föhr, in Zoppot bei Danzig und in Gross-Müritz an der mecklenburgischen Küste. — Die auf Norderney befindliche Anstalt ist bei weitem die grösste ihrer Art im Inlande. Die Pläne hierzu sind von dem Regierungsbaumeister Nienburg aus Oldenburg, jetzt in Frankfurt a. O. bearbeitet, welcher auch die Ausführung des Baues geleitet hat. — Die Bausumme der ganzen Anlage beläuft sich auf rund eine halbe Million Mark.

Der persönlichen Initiative Beneke's gelang es, Seine Majestät den hochseligen Kaiser Wilhelm und dessen Kanzler für die schönen Ziele des Vereins zu gewinnen, indem er namentlich darauf hinwies, dass unsere Nachbarstaaten England, Frankreich, Italien, Oesterreich, selbst das kleine Dänemark, auch Russland und Holland schon längst solche Kinderheilstätten an ihren Meeresküsten besässen und nur Deutschland in dieser

Hinsicht zurückgeblieben wäre. Dieser Hinweis genügte, der Kaiser war für die nationale Sache gewonnen und überwies dem Verein die Summe von 250 000 Mark zur Erbauung einer Musteranstalt auf Norderney. Eine weitere Schenkung im Betrage von 100 000 Mark floss dem Vereine von einem hochherzigen Deutsch-Amerikaner zu, dessen Namen man noch nicht hat erfahren können. Der Rest der für den Bau erforderlichen Mittel wurde durch anderweitige kleinere Schenkungen, durch Mitgliederbeiträge und durch eine Silberlotterie aufgebracht.

Am 1. Mai 1884 begann die Bauthätigkeit und am 1. Juni 1886 ist die Anstalt der Benutzung übergeben worden.

Das Seehospiz liegt ungefähr einen Kilometer von Norderney entfernt in einem Dünenthal und somit gegen Winde möglichst geschützt. — Alle zwölf Gebäude, aus denen die Anstalt besteht, sind im Rohbau aufgeführt und gruppiren sich um eine Achse, welche das Verwaltungsgebäude, das Küchen- und Speisegebäude, das Waschhaus und Badehaus darstellt. Auf jeder Seite dieser Achse sind je drei, also im Ganzen sechs, unter sich vollkommen gleiche Pavillons so angeordnet, dass vier davon in der nach Süden gekehrten Hauptfront liegen, während deren zwei sich dahinter befinden. Die eine Hälfte der Pavillons ist für die Knaben, die andere für die Mädchen bestimmt. Diese langgestreckten Gebäude enthalten im Erdgeschoss einen grossen Spielsaal und im Obergeschoss den Schlafsaal, sowie die Wohnung der Schwester, welcher die Pflege der Kinder obliegt; neben dem Schlafsaal ist noch das Waschzimmer für die Pfleglinge und nach vorn ein Raum für bettlägerige Kranke, an welchen sich ein polygonaler Vorbau als offene Halle anschliesst. Im zweiten Obergeschoss liegen die Wohnräume für Hülfspflegerinnen und Dienstpersonal.

Jeder dieser sechs Pavillons ist eingerichtet zur Aufahme von 40 Kindern nebst Pflege- und Dienstpersonal.

Nach Osten hin, abgesondert, liegen noch zwei kleinere einstöckige Gebäude, die Isolirpavillons, für die Fälle ansteckender Krankheiten bestimmt. Diese sind mit der Wohnung des Arztes durch eine Telephonleitung verbunden. Das Verwaltungsgebäude enthält unten die Wohnung des Arztes und das Büreau und oben 12 Zimmer für etwa 20 junge Leute, welche als mehrzahlende Pensionäre in Bezug auf Wohnung und Kost eine gesonderte Stellung einnehmen.

Nördlich von dieser Anlage gelangt man in 5 Minuten auf gepflastertem Wege über eine Dünenkette an die See zum Badestrand. Transportable, auf Rädern gehende grosse Zelte dienen den Kindern als Aus- und Ankleideräume.

Eine Dampfanlage mit Pumpeinrichtung versorgt das Badehaus mit Seewasser und die ganze Anstalt mit Süsswasser, für welches das Hoch-

druckbassin sich in dem Thurme des Verwaltungsgebäudes befindet. Ferner kommt der Dampf in Anwendung in der Küche, wo die Zubereitung der Speisen in Dampfkochapparaten nach dem Becker'schen Patent geschieht, in dem Waschhause und in dem Badehause zur Erwärmung des Seewassers.

Es ist ein höchst anmuthiges Bild, welches das frische und fröhliche Leben der grossen Kinderschaar im Hospiz darbietet. Um Ihnen dasselbe zur Anschauung zu bringen, sei es mir vergönnt, Ihnen eine kurze Schilderung eines Tagewerks, wie es sich mit grosser Regelmässigkeit bei uns abspielt, zu geben:

Morgens 1/26 bis 6 Uhr stehen die Kinder auf und begeben sich sogleich in die neben den Schlafsälen befindlichen grossen Waschräume, wo sie bis 1/27 Uhr ihre Morgentoilette beendet haben. Zu dieser Zeit ruft ein auf jeder Seite des Speisehauses angeschlagener grosser Gong, das Tam-Tam, zum Frühstück, welches aus einer Milchsuppe besteht mit einer Semmel für jedes Kind und daneben, je nach Belieben, einem Butterbrod von Feinbrod bester Qualität. Nach dem Frühstück wird unter Begleitung eines im Speisesaal stehenden Harmoniums ein Morgenlied gesungen und die Kinder begeben sich in ihre Pavillons zurück. Dort erfolgt von 1/28 Uhr an die erste ärztliche Visite. Nach der Visite gehen zuerst die Mädchen an den Strand zum Baden, wo sie der Bademeister und der Schwimmer bereits erwarten. Um den in Gruppen von 15—20 badenden Kindern Sicherheit und zugleich Anhalt für die dabei unentbehrliche Disciplin zu geben, halten sich dieselben im Wasser sämmtlich an einem Tau fest, welches vom Bademeister bis in die zweckmässige Tiefe geführt wird und mit dem Landende an einem je nach Fluth und Ebbe zu versetzenden Anker befestigt ist. Die kleinsten Kinder werden von dem Bademeister getragen oder geführt. Während die Mädchen in der See baden, werden die warmen Bäder von den Knaben in der Anstalt genommen; sobald die Knaben draussen baden, nehmen die den Mädchen verordneten warmen Bäder ihren Anfang.

Um 1/210 Uhr findet das zweite Frühstück statt, bestehend aus einem Becher Milch und belegtem Butterbrod. Nach diesem werden die Kinder von den Schwestern ins Freie geführt, bei günstigem Wetter meistens an den Strand, während die Chirurgisch-Kranken behufs Verband oder Operation von der Oberschwester in den Operationssaal zum Arzt geführt werden. Um 12 1/2 Uhr ruft die Mittagsglocke zu Tisch. Die dann von der an der Spitze eines jeden Tisches stehenden Schwester aufgegebenen Speisen — Suppe, Gemüse, Fleisch und eine Beispeise — werden mit dem Becker'schen Apparate ausgezeichnet gekocht.

Nach Tische ist Mittagsschlaf oder ruhiges Spiel der Kinder, die um 1/24 Uhr wieder mit frischen Kräften über Milch und Butterbrod herfallen. Darnach geht es wieder an den Strand, wo die Kinder spazieren-

gehend oder im Sande spielend bis zum Abendbrod verweilen. Dasselbe wird um ½7 Uhr aufgetragen und besteht aus Milchsuppe und Butterbrod. Ein mit dem Harmonium begleitetes Abendlied der Kinder beschliesst das Tagewerk. Nach einem halbschläferigen Zusammensitzen oder Gehen werden dann gegen 8 Uhr die Betten aufgesucht. Um 8 Uhr macht der Arzt in Begleitung der Oberschwester nochmals die Runde durch die Schlafsäle sämmtlicher Pavillons.

Als Pflegepersonal besitzt die Anstalt während des Vollbetriebs für die 240 Pfleglinge 1 Oberschwester, 6 geschulte und in der Krankenpflege ausgebildete Schwestern und 8 Hülfspflegerinnen. In dem Pensionat ist ein Candidat angestellt, dem die pädagogische Leitung der jungen Leute übertragen ist.

Was nun die im Seehospiz zur Behandlung kommenden Krankheitszustände anbetrifft, so steht oben an die Scrophulose mit ihrem proteusartigen Bilde; in den mannigfaltigsten, oft schwersten Formen stellt sie das grösste Contingent. Eine zweite Gruppe bilden die Krankheiten der Athmungsorgane, chronische Bronchial- und Spitzenkatarrhe, das Asthma und die Residuen der Pleuritis; eine dritte Gruppe endlich die Fälle von Chlorose, Anämie und allgemeiner Körperschwäche, sowie die von Reconvalescenz nach erschöpfenden Krankheiten und eingreifenden Operationen. Ausserdem kommen zahlreiche Fälle, oft mit Scrophulose und Blutarmuth gepaart, von Rachitis, Chorea, Neurasthenie, von Lähmungen und Reizzuständen der verschiedensten Gebiete des Nervensystems vor.

Wenn ich der ausserordentlich günstigen Heilresultate erwähne, welche bei den genannten Krankheitsformen im Seehospiz erzielt worden sind, so will ich Sie nicht mit statistischen Aufzählungen ermüden. Es ist ja eine allbekannte, theoretisch erklärbare und durch die Erfahrung bestätigte Thatsache, dass nirgendswo sonst, als am Meere und im Meere ein solcher Complex hochschätzbarer Heilfactoren gegen die in Rede stehenden Krankheitszustände vorhanden ist. Die geehrten Herren Collegen wissen es ja selbst, wie das Seeklima auf den Gesammtstoffwechsel mächtig anregend, auf die Athmung und die Circulation fördernd einwirkt, Sie wissen es, wie die trägen Functionen der wichtigsten Organe Scrophulöser und Blutarmer durch den Einfluss der Seeluft zu erhöhter Energie und Leistungsfähigkeit belebt werden. Man sehe sich diese elenden, blassen kleinen Gestalten an, apathisch und matt, wie sie zu uns kommen in ihrem schweren Siechthum der Scrophulose! — und man sehe sie von uns scheiden, wenn der Hauch des Meeres die bleichen Wangen geröthet und gebräunt, wenn neue Lebenslust und Freude die Blicke erhellt! Die örtlichen Affectionen sind über Erwarten schnell geheilt, die Ernährung ist gehoben, das Aussehen ist frisch und blühend und das ganze Verhalten und Wesen der Kinder zeugt von neuem Wohlsein und neuer Kraft.

Wenn es noch eines exacten Beweises bedürfte für die Wirkung des Seeklimas auf die Umänderung der Blutbeschaffenheit, so erwähne ich kurz die Resultate von Untersuchungen des Blutes anämischer und scrophulöser Kinder, die ich in diesem Jahre im Seehospiz angestellt habe und welche ich demnächst zu veröffentlichen gedenke. Es hat sich bei diesen Untersuchungen, welche ich mit dem Cytometer von Bizzozero ausgeführt habe, herausgestellt, dass innerhalb der gewöhnlichen sechswöchentlichen Kurperiode das Blut der Kinder im Mittel um 13,44 Proc. an Hämoglobingehalt zugenommen hat.

In gleicher Weise unverkennbar, wie bei der Scrophulose, ist der günstige Einfluss des Meeres bei den Krankheiten der Athmungsorgane. Die hocherfreulichen Resultate, die bei chronischen Lungenaffectionen, verschleppten Katarrhen, bei Asthma und bei den Folgezuständen nach Pleuritis erzielt worden sind, gaben Zeugniss von dem hohen Werth der Seeluftkur als Prophylaxe gegen das drohende Siechthum der Tuberculose, dessen ernste Natur in einer grossen Anzahl der Fälle durch erbliche Belastung documentirt wurde. Die vier Eigenschaften der Strandluft: die absolute Reinheit, der hohe Feuchtigkeitsgehalt, die Gleichmässigkeit in den Temperaturverhältnissen und ihre Dichtigkeit sind es vorzugsweise, denen die guten Erfolge zu verdanken sind. Unter dem Einfluss des hohen Druckes strömt die Luft mit grösserer Energie in die Lungen; auch in den entlegensten Partien findet ein lebhafterer Gasaustausch statt, die Inspiration wird unwillkürlich vertieft, die Resorption kranker Ablagerungen wird mächtig gefördert und die Entfaltung comprimirt gewesener und unthätiger Lungenbezirke ermöglicht. Geradezu glänzende Erfolge haben wir bei Emphysem und Asthma zu verzeichnen, die nicht nur während des Aufenthaltes der Pfleglinge im Hospiz beobachtet wurden, sondern auch nach deren Rückkehr in die Heimath sich als nachhaltig und dauernd erwiesen, wie mir aus einer Reihe von Zuschriften der heimathlichen Aerzte bestätigt worden ist.

Dass endlich die Erkrankungen des Nervensystems, welche in vielen Fällen in einer schlechten oder mangelhaften Ernährung der Nerven ihre Ursache haben, mit der Aenderung der Blutbeschaffenheit und der Hebung des allgemeinen Ernährungszustandes sich besserten, ist einleuchtend, und so haben wir denn auch bei diesen Zuständen zahlreiche günstige Heilresultate zu verzeichnen.

Selbstredend ist ein gut Theil der Erfolge den Vorzügen zuzuschreiben, welche das Seehospiz mit jeder geschlossenen Anstalt theilt. Das feste Régime, die regelmässige Lebensführung, die zweckmässige Ernährung haben auf das Gedeihen der Kinder einen unverkennbar günstigen Einfluss. Ich habe Gelegenheit gehabt, zwischen unsern Pfleglingen und andern Kindern, die mit ihren Eltern an der Wirthstafel

speisten und an dem modernen Badeleben theilnahmen, Vergleiche anzustellen und oft gefunden, dass sowohl in der Gewichtszunahme, als auch in dem ganzen Kurerfolge bei gleicher Kurzeit und ziemlich gleichen Krankheitserscheinungen ein wesentlicher Unterschied zu Gunsten unserer Pfleglinge zu constatiren war.

Die Kinderheilstätte zu Norderney ist während des ganzen Jahres in Betrieb. In den Monaten Mai bis October ist sie gut, meistens voll besetzt und in diesem Jahre war der Andrang so gross, dass gegen 120 Anmeldungen unberücksichtigt bleiben mussten. Im Winter war die Besetzung leider eine ungenügende; wir kamen in den drei letzten Wintern über die Zahl von je 50 Pfleglingen nicht hinaus. — Die Resultate unserer Winterkur, sowohl bei Scrophulose, als auch bei chronischen Lungenaffectionen waren so vorzügliche, dass ich mich dem Urtheile meines Vorgängers, des verstorbenen Herrn Dr. Lorent vollständig anschliessen muss, wenn er in seinem Bericht über die Winterkur sagt: „auf Grund der gewonnenen Resultate trete ich mit voller Ueberzeugung dafür ein, dass die Winterkur nicht allein berechtigt ist, sondern dass gerade in ihr erst die Bedeutung der Seehospize für die Kinderpflege zur Geltung kommt, dass gerade in der Möglichkeit, auch in der ungünstigeren Jahreszeit durch die getroffenen Einrichtungen Heilerfolge zu erzielen, die Anlagen voll und ganz ausgenutzt werden".

Es herrscht in ärztlichen Kreisen leider gegen die Winterkur im Nordseeklima, namentlich bei chronischen Lungenaffectionen noch ein grosses Misstrauen, und ihre Berechtigung wird noch vielfach in Zweifel gezogen. Lungenkranken mit weit vorgeschrittenen colliquativen Processen ist ja überhaupt nicht zu helfen; sie gehören nicht an die See und würden hier vielleicht noch früher zu Grunde gehen, als anderswo. Aber Kranke mit Anfangserscheinungen der Phthise, mit jenen suspecten chronischen Spitzenkatarrhen, wie sie gerade das kindliche Alter so häufig aufweist, haben gewiss in unserm Inselklima die gleiche Aussicht auf Genesung, wie in südlichen Ueberwinterungsorten und im Höhenklima; denn das, worauf es einzig und allein ankommt, eine möglichst reine, weiche, in ihrer Wirkung vor extremen Schwankungen geschützte Luft — ist im Inselklima in hervorragender Weise vorhanden. Daneben aber ist die Garantie für die Dauer und Nachhaltigkeit der gewonnenen Heilerfolge bei uns entschieden grösser; die Abhärtung und Widerstandsfähigkeit, welche die Kranken im Seeklima erwerben, die Heilung der „Neigung zu Katarrhen" kann ihnen in gleichem Maasse kein anderer Kurort, kein anderes Klima mitgeben.

Man macht sich von unserm winterlichen Inselklima vielfach ganz falsche Vorstellungen und meint, wir lebten gleichsam im nordischen Thule umringt von Eis und Sturm. Im Gegentheil, unser Inselklima zeichnet sich durch grosse Milde aus, unsere Temperatur ist im Winter

durchschnittlich 2 bis 3 Grade Celsius höher, als die in Bremen oder Berlin. In Folge des die Temperaturen ausgleichenden Einflusses des Meeres fehlen uns gänzlich die schroffen Uebergänge, welche im Binnenlande mit Recht so gefürchtet werden. Die Tagestemperaturen zeigen nur ganz geringe Schwankungen und meistens übertrifft noch die Abendtemperatur die des Morgens, wodurch den Kranken selbst spät am Abend noch der Aufenthalt im Freien gestattet werden kann, wie es Beneke auch in das Tagesprogramm der 1881/82 überwinternden Kranken aufgenommen hatte. — Von 167 Tagen der letzten Winterkur (15. Oct. bis 31. März) waren nur 10 Tage gänzlich und 7 Tage theilweise zum Aufenthalt im Freien ungeeignet; in der übrigen Zeit genossen unsere Pfleglinge täglich 3½ bis 4 Stunden, an schönen Tagen noch länger der frischen Luft. Selbst in jenem harten Winter 1887/88 waren im Ganzen nur 7 Tage und 16 halbe Tage aus Witterungsgründen zur Benutzung im Freien nicht verwerthbar. Durch diese verhältnissmässig günstige Ausnutzung des jour médical wurden denn auch bei chronischen Lungenkrankheiten ebensowohl als bei Scrophulose hocherfreuliche Heilresultate während der Winterkuren im Seehospiz erzielt.

Der Verein für Kinderheilstätten hat in dem letzten Jahre für Norderney ein Deficit von 12 000 Mark zu verzeichnen gehabt. Diesem Uebelstande kann und wird dadurch abgeholfen werden, dass auch für die Wintermonate eine genügende Anzahl von Pfleglingen zur Aufnahme kommt. Möchten doch die Herren Collegen, welche die Leitung staatlicher und städtischer Krankenhäuser und Hospitäler haben, den Versuch machen, ihre oft überfüllten Anstalten von den scrophulösen Kindern zu evacuiren und diese dem Seehospize anzuvertrauen, und zwar im Herbst für die Winterkur, und damit unserer Anstalt Gelegenheit geben, zu zeigen, was sie zu leisten vermag im Kampfe gegen diese weitverbreitetste aller Volkskrankheiten! Möchte doch die Hauptbestimmung der kostbaren Anstalt, eine Heilstätte für schwere Scrophulose zu sein, in ärztlichen Kreisen mehr und mehr gewürdigt werden! — Die Stadt Paris unterhält allein für ihre scrophulösen Kinder das mit einem jährlichen Etat von 450 000 Francs arbeitende grosse Seehospiz zu Berck sur mer, weil diese unglücklichen Kinder in den städtischen Krankenhäusern mit jahrelangem Herumliegen doppelt und dreifach so viel an Verpflegungstagen verbrauchen, als zu Berck, ganz abgesehen davon, dass die Aussicht auf Genesung überhaupt dort grösser ist als in der Stadt. Was sich dort in so segensreicher Weise bewährt, sollte das nicht auch bei uns in Deutschland zu erreichen sein?

Die Naturforscher- und Aerzteversammlung hat sich bereit erklärt, der Einladung des Vorsitzenden des Vereins für Kinderheilstätten zu einem Besuch und einer Besichtigung des Seehospizes Norderney Folge zu geben. Ich heisse Sie im Namen der Hospizverwaltung herzlich willkommen und

bitte Sie freundlichst, sich recht zahlreich an dieser Excursion zu betheiligen. Sehen Sie sich die Einrichtungen unserer Kinderheilstätte an und überzeugen Sie sich von deren Zweckmässigkeit und Vortrefflichkeit, welche dieselbe befähigen, ihr Theil dazu beizutragen, dass jene Satzung erfüllt werde: salus populi suprema lex esto! Urtheilen Sie, ob das Seehospiz in der richtigen Weise bestrebt ist, seiner Aufgabe gerecht zu werden, ob es ist, was es sein soll: eine musterhafte Wohlthätigkeitsanstalt grossen Stiles, arbeitend für die Heilung und Erstarkung der heranwachsenden Generation.

Druck von J. B. Hirschfeld in Leipzig.

